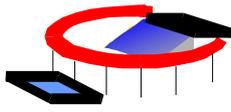


|   |   |   |
|---|---|---|
|  <p>Samuel, Freiherr von Pufendorf</p> |  | <p><b>GYMNASIUM FLÖHA</b><br/>Fachbereich Informatik (OLYMP)<br/>09557 Flöha/Sa.<br/>Turnerstraße 16<br/>Telefon: (037 26) 5 81 60<br/>Remote Zugriff: (037 26) 58 16 49<br/>Direkt-Ruf zum OLYMP: (037 26) 58 16 42<br/>E-Mail-Adresse: <a href="mailto:olymp@schule.tu-freiberg.de">olymp@schule.tu-freiberg.de</a><br/>Homepage: <a href="http://members.aol.com/gymfloeha/index.htm">http://members.aol.com/gymfloeha/index.htm</a></p> |
|---|---|---|

## DIE GESCHICHTE DER INFORMATIK

### Verfasser:

FRANK ROST, Samuel-von-Pufendorf-Gymnasium Flöha

E-Mail-Adressen: [frankrost@CompuServe.com](mailto:frankrost@CompuServe.com) oder CompuServe-ID: 100615,115

ROST



## **Inhaltsverzeichnis**

|  |    |
|--|----|
| Zeittafel der Geschichte der Informatik/Rechentechnik .....  | 4  |
| 1. Die einfache Art der Informationsübertragung.....   | 10 |
| Signalübertragung nach Polybos (204 - 122 v. u. Z.).....   | 10 |
| .....  | 10 |
| 2. Zahlen und Schrift.....   | 11 |
| Beda V. (673 - 735) .....  | 11 |
| 3. Erste Ansätze zum Vereinfachen des Rechnens .....   | 12 |
| Grundlagen des Zählens und Rechnens .....  | 12 |
| Das Kerbholz .....   | 13 |
| Der Abacus .....   | 14 |
| Dezimalsystem.....   | 15 |
| 4. neue Wege in der Mathematik .....   | 16 |
| Algorithmus.....   | 16 |
| Rechnen auf Linien.....  | 16 |
| Rechenbücher .....   | 18 |
| Adam Ries .....  | 18 |
| Die Logarithmen von John Napier .....  | 19 |
| 5. Das mechanische Rechnen.....  | 20 |
| Der Rechenschieber .....   | 20 |
| Wilhelm Schickardt .....   | 22 |
| Johannes Kepler.....   | 24 |
| Josef Bürgi.....   | 24 |
| Blaise Pascal.....   | 24 |
| Gottfried Wilhelm Leibniz .....  | 27 |
| George Boole .....   | 28 |
| Die Rechenmaschine von Johannes Polenius .....   | 29 |
| Die Rechenmaschine von Antonius Braun.....   | 29 |
| Von Ph. M. Hahn bis Charles Thomas .....   | 29 |
| 6. Der Computer wird geboren .....   | 30 |
| Charles Babbage .....  | 30 |
| Die Lochkarte (Falcon, Jacquard) .....   | 33 |
| Mechanisch Signalübertragung nach Claude Chappe .....  | 34 |
| Die elektrische Signalübertragung (Carl Friedrich Gauß 1777 - 1855), Wilhelm Eduard<br>Weber (1804 - 1891))..... | 35 |
| Die Telegrafie - Samuel Morse (1791 - 1872) und Edward Hughes .....  | 36 |
| Das Telephon als Medium zum Übertragen elektrischer Schwingungen .....   | 37 |
| Hermann Hollerith.....   | 38 |
| Louis Couffignal .....   | 41 |
| A. M. Turing .....   | 41 |
| 7. Der Computer gewinnt Kontur .....   | 42 |
| Konrad Zuse .....  | 42 |
| Complex-Number Computer .....  | 44 |
| Bell Relay Interpolator .....  | 44 |
| 8. Die erste Rechnergeneration - Elektronenröhren.....   | 44 |
| Der „Automatic Sequence Controlled Computer“ (ASCC) .....  | 44 |
| „Cybernetics Or Control and Communication in the Man and the Mashine“ von Norbert<br>Wiener.....                 | 45 |
| Der ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer).....  | 46 |
| Der Rechenautomat von John v. Atanasoff.....   | 47 |
| Die Erfindung des Transistors.....   | 47 |
| Das Prinzip der Speicherprogrammierung: John von Neumann.....  | 47 |
| „HARDWARE“ UND „SOFTWARE“ .....  | 48 |
| 9. Die zweite Computergeneration mit Transistoren als Einzelbauelemente .....                                    | 48 |
| 10. Die dritte Rechnergeneration - Integrierte Schaltungen in Hybridtechnik.....                                 | 49 |
| 11. Die vierte Computergeneration mit hochintegrierten Schaltkreisen.....  | 49 |
| Computer ab 1970.....  | 50 |
| Mikroprozessoren .....   | 50 |

# DIE HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER INFORMATIK

Wer nicht von dreitausend Jahren  
sich weiß Rechenschaft zu geben,  
bleib im Dunkeln unerfahren,  
mag von Tag zu Tage leben.

J. W. v. Goethe

*Die Informatik ist eine junge Wissenschaftsdisziplin, die heute noch in der Phase ihrer Selbstdefinition steckt, deren Wurzeln zeitlich jedoch schon sehr weit zurück zu suchen sind. Auch liegt der Ursprung der Informatik in nicht nur einem Wissenschaftsgebiet - ihre Quellen sind die **Zahlensysteme allgemein**, das **Rechnen** (ADAM RIES, G. W. LEIBNITZ) und dessen **Automatisierung** insbesondere (PASCAL, C. BABBAGE), **Logik und Kombinatorik** (BOOL'sche Algebra) die **Informationscodierung** (S. MORSE), **-verschlüsselung** (A. TURING) und **-übertragung** (P. REISS), die **Speicherung gewonnener Information** (die Schrift, der Buchdruck), die **Elektrotechnik** (K. ZUSE) und **Elektronik, Theorie der Algorithmen** (ABU JAFAR MUHAMMAD IBN MUSA AL\_HWARIZMI) und **Automaten** (V. NEUMANN). Der Computer in unseren heutigen Vorstellungen ist erst durch den Siegeszug der **Mikroelektronik** und **Programmierungstechnik** möglich geworden. **Er entstand ursprünglich aus dem Bestreben der Menschen heraus, das Rechnen zu automatisieren. Dieses wurde in verschiedenen gesellschaftlichen Epochen mit den verschiedensten Mitteln versucht. Dabei gab es stagnative, aber eben auch sprunghafte Phasen, was in der aufgeführten Zeittafel auch deutlich wird.***

Die Informatik ist auf das engste mit dem Computer - zu deutsch, der „elektronischen Rechenanlage“ - verknüpft. Solange es keine Computer gab, gab es auch keine Informatik, und manchmal wird die Informatik sogar als Wissenschaft vom Computer definiert. Das Wort „Informatik“ ist ein Kunstwort gebildet aus Information und in Analogie zu Mathematik. Es wurde in den sechziger Jahren in Deutschland und Frankreich („informatique“) geprägt und dann als Name für die neue, im Entstehen begriffene Wissenschaft freudig aufgegriffen. Im englischen Sprachraum hat der Begriff „informatics“ bis heute noch kaum Eingang gefunden, sondern man verwendet die Bezeichnung „computer science“, spricht also direkt von Computerwissenschaft. Die allzu enge Bindung an das Gerät Computer halten viele Informatiker allerdings für unangemessen, und sie sprechen deshalb lieber von „computing science“, als etwa von der Wissenschaft vom mechanischen Rechnen. Ob das besser ist und was „computing“ im Sinne der Informatik eigentlich bedeutet, sei jedoch im Augenblick dahingestellt.

*Der Computer als elektronische Rechenmaschine entstand in den vierziger Jahren unseres Jahrhunderts. Er hat seine Vorläufer in den mechanischen Rechenmaschinen und in der Lochkartentechnik. Ebenso hat die Gedankenwelt der Informatik ihre Vorläufer, was sich in die Tiefe der Zeiten zurückverfolgen läßt.*

## Zeittafel der Geschichte der Informatik/Rechentechnik <sup>1</sup>

### Vor unserer Zeitrechnung

|           |   |
|-----------|---|
| um 4000   | Existenz der ältesten Zahlzeichen   |
| um 2900   | Bau der Cheopspyramide bei Giseh  |
| um 2600   | in China - Anwendung des Suan Pan (ein Vorläufer des Rechenbrettes)                             |
| um 1700   | Aufzeichnung einer Sonnenfinsternis in China  |
| um 1700   | in Ägypten wird der Rechentisch genutzt   |
| um 1400   | Zahlensymbole auf Zauberwürfeln, Münzen, Bronzegefäßen und Hausratsgegenständen in China        |
| um 1200   | Zu Weissagungszwecken verwendetes Kompendium der Kombinatorik, „Yi King,,                       |
| um 1000   | Zahlen der Größenordnung $10^5$ in Indien   |
| 6. Jahrh. | Knotenschnüre in Indien   |
| 6. Jahrh. | Begründung der pythagoreischen Schule durch Pythagoras von Samos (um 580 - 496)                 |
| um 450    | Beschreibung des Rechnens mit Steinen in Ägypten und Griechenland durch Herodot ( um 484 - 425) |
| 4. Jahrh. | Rechentafel von Salamis   |
| 3. Jahrh. | „Sandrechnung“ von ARCHIMEDES ( um 287 bis 212)   |
| 300       | wird in Griechenland der Abax zur Volkszählung angewandt  |
| um 200    | „Arithmetik in neun Teilen“, mathematische Sammlung in China                                    |
| um 50     | Rechenbrett Abacus in Rom   |
| um 0      | Zahlen der Größenordnung $10^{17}$ in Indien  |

### unsere Zeitrechnung

|                           |  |
|---------------------------|--|
| um 400                    | Warnung des Bischofs Augustinus vor Mathematik und Mathematikern   |
| 7. Jahrh.                 | Volle Ausbildung des dezimalen Stellenwertsystems in Indien  |
| 8. Jahrh.                 | Volle Ausbildung des dezimalen Stellenwertsystems bei den Maya   |
| um 700                    | Erste Aufzeichnung der Regeln des Fingerrechnens durch <b>BEDA VENERABILIS</b>   |
| um 820                    | Rechenbuch von <b>BOHAMED IBN MUSA AL-CHWARAZMI</b> (in der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts als „Liber Algorithmi de numero Indorum“ in lateinischer Sprache) |
| 10. Jahrh.                | Kerbzettel, Kerbbriefe, Spaltzettel und Spanzettel offizielle Urkunden<br>Übergreifen der Null nach Europa Rechenbrett Sorpan in Japan                           |
| 967                       | erstes Auftreten abgewandelter arabischer Gobarziffern in Europa   |
| Ende des 10. Jahrhunderts | Einführung bezifferter Rechensteine (apices) durch <b>GERBERT</b>  |
| 1167                      | Arabische Zahlzeichen in einer Regensburger Chronik  |
| ab dem 12. Jahrhundert    | Amtlicher Charakter der Kerbhölzer in England, gültig bis 1826   |
| 1202                      | Aufkommen der Rechenbretter in China und Japan   |
| ab dem 13. Jahrhundert    | Rechenbuch „Liber abaci“ von <b>LEONARDO FIBONACCI</b>   |
| 1299                      | Rechnen auf Linien in Europa   |
| 14./15. Jh                | Verbot der arabischen Ziffern in Florenz   |
| 14./15. Jh                | Rechenbank in Deutschland  |
| Mitte des 15. Jahrhundert | Arabische Ziffern auf deutschen Münzen   |
| 1518                      | erstes Rechenbuch von <b>ADAM RIES</b> in deutscher Sprache weitere Rechenbücher 1522, 1536, 1550  |
| 16. Jahrhundert           | endgültige Gleichberechtigung der Null in Europa   |

<sup>1</sup> Belegarbeiten der Secundarstufe II im Schuljahr 1993/94, vorgelegt von: *Forberg, Bianca; Görner Kathrin; Schuffenhauer, Kai; Reichau, Susan; Kirscheis, Yvonne; Rost, Isabell; Schneider, Dirk; Müller Bert; Sattler, Yvonne; Geschwandtner, Nicole*

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>16. - 17. Jahrhundert</b> | Aufkommen der Rechenkästen in Rußland, später Weiterentwicklung zu Rechenbrettern und zur Stschoty                    |
| <b>1614</b>                  | <b>JOHN NAPIR</b> Logarithmentafeln   |
| <b>1617</b>                  | Rechenstäbchen von <b>NEPER</b>   |
| <b>1623</b>                  | <b>WILHELM SCHICKARDT</b> Vierspezies-Rechenmaschine  |
| <b>1625</b>                  | Logarithmenlineal von <b>GUNTER</b>   |
| <b>1640</b>                  | <b>JOHAN CIERMAN</b> eiserne statt hölzerne Zahnräder   |
| <b>1644</b>                  | <b>BLAISE PASCAL</b> Zweispezies-Rechenmaschine   |
| <b>1650</b>                  | <b>G. DESARGUES</b> Zykloidenverzahnung   |
| <b>ab 1650</b>               | Rechenstab mit Zunge  |
| <b>1657</b>                  | <b>PARTRIDGE</b> Rechenschieber mit logarithmischer Teilung   |
| <b>1666</b>                  | <b>SAMUEL MORLAND</b> stiftbedientes Addierwerk   |
| <b>1671</b>                  | <b>GOTTFRIED WILHELM VON LEIBNITZ</b> Vierspezies-Rechenmaschine mit Staffelwalze                                     |
| <b>1678</b>                  | <b>GRILLET</b> entwickelt in Frankreich eine Rechenmaschine   |
| <b>1703</b>                  | <b>G. W. v. LEIBNITZ</b> Arithnetica dyadica  |
| <b>1709</b>                  | <b>JOHANNIS POLENI</b> baut in Padua eine Rechenmaschine (rechnendes Sprossenrad)                                     |
| <b>1722</b>                  | <b>CHRISTIAN LUDWIG GERSTEN</b> baut in Gießen eine Rechenmaschine nach der Art heutiger Zahnstangenaddiatoren        |
| <b>1726</b>                  | <b>ANTONI BRAUN</b> baut in Wien eine Rechenmaschine mit konzentrisch um die Staffelwalze angeordneten Zahnrädern     |
| <b>1728</b>                  | <b>FALCON</b> lochkartengesteuerter Webstuhl  |
| <b>1770</b>                  | <b>PHILIP MATTHÄUS HAHN</b> Serienherstellung von Staffelwalzenmaschinen  |
| <b>1784</b>                  | <b>J. H. MÜLLER</b> Verbesserte Rechenmaschine unter Verwendung des Dualsystems und einer Signalglocke                |
| <b>1805</b>                  | Webstuhlsteuerung von <b>JACQUARD</b>   |
| <b>1808</b>                  | <b>JOSEF MARIA JACQUARD</b> Verbesserung des lochkartengesteuerten Webstuhles   |
| <b>1813</b>                  | Überführung des russischen Rechenbrettes nach Mittel- und Westeuropa durch <b>VICTOR PONCELET</b>                     |
| <b>1818</b>                  | <b>CHARLES XAVIER THOMAS</b> aus Colmar beginnt die Fabrikation von Staffelwalzenmaschinen Leibnitzscher Konstruktion |
| <b>1820</b>                  | <b>CHARLES THOMAS</b> Arithmometer  |
| <b>1820</b>                  | Massenproduktion von Rechenmaschinen durch <b>THOMAS</b>  |
| <b>1822</b>                  | Idee für programmgesteuerte Rechenmaschine von <b>BABBAGE</b>   |
| <b>1833</b>                  | <b>CHARLES BABBAGE</b> Entwicklung der ersten programmgesteuerten, mechanischen Rechenmaschine                        |
| <b>1835</b>                  | <b>EDUARD UND GEORG SCHEUTZ</b> Differenzenrechner nach Plänen von Babbage  |
| <b>1837</b>                  | <b>SAMUEL MORSE</b> Morse-Alphabet  |
| <b>1841</b>                  | <b>CHARLES WHEATSTONE</b> Benutzung des Lochstreifens für das Morsealphabet   |
| <b>1850</b>                  | <b>PARMALEE</b> Konstruktion einer tastaturgesteuerten Addiermaschine in den USA                                      |
| <b>1855</b>                  | <b>WIBERG</b> Goldmedaille der Pariser Weltausstellung für eine Differenzenmaschine mit Druckmöglichkeit (Pappmatten) |
| <b>ab 1870</b>               | Massenfertigung der Rechenstäbe   |
| <b>1872</b>                  | <b>F. S. BALDWIN</b> Vierspezies- Sprossenrad-Rechenmaschine, die ab 1875 serienmäßig hergestellt wird                |
| <b>1874</b>                  | <b>WILGODT THEOPHIL ODHNER</b> Verbesserung der Rothschen Sprossenrad-Maschine  |
| <b>1878</b>                  | <b>ARTHUR BURKHARD</b> Gründer der Deutschen Büromaschinen-Industrie in Glashütte/Sachsen                             |
| <b>1880</b>                  | <b>LÉON BOLLÉE</b> Beginn des Nachbaues der Maschine von <b>BABBAGE</b> mit verbesserten technischen Mitteln          |

|         |   |
|---------|---|
| 1882    | Tabellier- und Sortiermaschinen mit Lochkartentechnik von <b>HERMANN HOLLERITH</b>  |
| 1884    | <b>WILLIAN S. BURROUGHS</b> Addiermaschine mit Volltastatur und Druckwerk   |
| 1889    | <b>HERMANN HOLLERITH</b> Einsatz einer Zählmaschine   |
| 1890    | <b>HERMANN HOLLERITH</b> Einsatz von Zählmaschinen bei der 11. amerikanischen Volkszählung  |
| 1895    | <b>GORE</b> Lochkarten-verarbeitende Statistik-Maschinen  |
| 1896    | <b>TCHEBYCHEFF</b> ablaufautomatisierte Multiplikation  |
| 1902    | <b>ALEXANDER RECHNITZER</b> Entwicklung einer selbsttätig dividierenden Maschine  |
| 1905    | <b>CHR. HAMANN</b> Erfindung des Proportionalhebelprinzips  |
| 1908    | <b>FIRMA BRUNSVIGA</b> Handbetätigte Rechenmaschinen mit Streifendruckwerk  |
| 1912    | <b>JAMES POWER</b> erste horizontale Sortiermaschine  |
| 1913    | <b>LEE DE FOREST</b> Hochvakuum-Verstärkerröhre   |
| 1919    | <b>W. H. ECCLES</b> und <b>F. W. JORDAN</b> Erfindung von Kippschaltungen   |
| 1924    | <b>JAMES POWER</b> erste alphabetschreibende Tabelliermaschine  |
| 1925    | <b>FREDERIK R. BULL</b> Entwicklung elektomechanischer Lochkartenmaschinen  |
| 1928    | Wissenschaftliche Berechnungen mit Hollerithmaschine  |
| 1929    | <b>CORDT</b> Beginn des Baues von ergebnisdruckenden, elektrisch angetriebenen Vierspezies-Rechenmaschinen  |
| 1930    | <b>IBM</b> erste saldierende Tabelliermaschine  |
| um 1930 | Herstellung von Robotern  |
| 1932    | <b>GUSTAV TAUSCHER</b> Vorschlag der magnetischen Speicherung von Informationen   |
| 1936    | <b>E. W. PHILLIPS</b> Vorführung eines Modells zur Multiplikation im Dualsystem   |
| 1936    | <b>L. COUFFIGNAL</b> Beschreibung einer programmgesteuerten Rechenmaschine  |
| 1936    | <b>ALAN M. TURING</b> grundlegende Gedanken zur Berechenbarkeit   |
| 1937    | <b>KONRAD ZUSE</b> Bau der Rechenmaschine Z 1 mit Gleitkomma-Darstellung und mechanischen Schalt-elementen  |
| 1937    | <b>H. SCHREYER</b> Konzeption einer Maschine mit Elektronenröhren   |
| 1937    | <b>MARCHANT</b> Proportionalräder-Prinzip   |
| 1937    | <b>HOWARD H. AIKEN</b> Vorschlag eines Rechners für wissenschaftliche Zwecke  |
| 1938    | Rechenmaschine auf Binärbasis von <b>ZUSE</b>   |
| ab 1938 | Analogrechner mit Röhren  |
| 1940    | <b>GEORGE R. STIBITZ</b> Rechner für Komplexe Zahlen (Complex-Number Computer)  |
| 1941    | <b>KONRAD ZUSE</b> Bau der Z 3. Hiermit wird die erste programmgesteuerte Relais-Rechenmaschine in Betrieb genommen   |
| 1942    | <b>GEORGE R. STIBITZ</b> Bell Relay Interpolator  |
| 1944    | <b>G. DIRKS</b> Patentanmeldung für Rechenvorrichtungen mit magnetisierbarem Speicher   |
| 1943    | <b>JOHN V. ATANASOFF</b> Fertigstellung einer durch Elektronenröhren gesteuerte Rechenanlage, welche aber im Schatten der Arbeiten von <b>J. PROSPER ECKERT</b> und <b>JOHN W. MAUCHLEY</b> blieb und Grundlage für jahrelange Patentstreitigkeiten war |
| 1944    | <b>HOWARD H. AIKEN</b> Mark I bzw. Automatic Sequence Controller Calculator (ASCC)  |
| 1944    | <b>ALWIN WALTHER</b> Beginn der Arbeiten für die IPM-Rechenanlage   |
| ab 1945 | Beginn der ersten Rechnergeneration (Elektronenröhren)  |
| 1945    | <b>JOHN VON NEUMANN</b> Vorschlag der Speicherung von Programmen  |
| 1945    | <b>KONRAD ZUSE</b> Bau der Rechenmaschine Z 4   |

|         |   |
|---------|---|
| 1946    | <b>J. PROSPER ECKERT</b> und <b>JOHN W. MAUCHLEY</b> Erste vollelektronische Großrechenanlage ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)          |
| 1947    | <b>HOWARD H. AIKEN</b> Mark II bzw. Selective Sequence Controlled Computer (SSCC)   |
| 1947    | <b>ANDREW D. BOOTH</b> und <b>KATHLEEN H. V. BRITTEN</b> entwickeln einen mit Relais arbeitender Rechner (Imperial College London)                          |
| 1947    | <b>H. BILLING</b> (Göttingen) und <b>A. D. BOOTH</b> (London) konzipieren unabhängig voneinander einen Magnettrommel-Speicher                               |
| 1948    | <b>J. BARDEEN</b> (* 1908), <b>WILLIAM SHOCKLEY</b> (* 1910) und <b>W. H. BRATTAIN</b> (* 1902) Erfindung des Transistors                                   |
| 1949    | <b>J. PROSPER ECKERT</b> und <b>JOHN W. MAUCHLY</b> Im Dualsystem arbeitender Rechner (BINAC)   |
| 1949    | <b>M. V. WILKES</b> und <b>W. RENWICK</b> mit Verzögerungselementen arbeitender Rechner (EDSAC); erster Elektronenrechner mit intern gespeichertem Programm |
| 1950    | <b>HOWARD H. AIKEN</b> Magnettrommelrechner Mark III; erste Anwendung des Magnetbandes  |
| 1950    | Rechner im National Bureau of Standards SEAC, Einsatz von Germaniumdioden   |
| 1951    | <b>J. PROSPER ECKERT</b> und <b>JOHN W. MAUCHLY</b> Erster zivil eingesetzter „Universal Automatic Computer“ UNIVAC I                                       |
| 1951    | <b>ALWIN WALTHER</b> und <b>H. J. DREYER</b> Baubeginn des „DERA“ in Darmstadt  |
| 1951    | <b>HOLBERTON</b> erster Sortiergenerator (Programm-Generator)   |
| 1952    | <b>H. PILOTY</b> Baubeginn des ersten Rechners „PERM.“, in München  |
| 1952    | <b>H. BILLING</b> und <b>L. BIERMANN</b> Fertigstellung des Rechners „G 1“ in Göttingen   |
| 1952    | <b>GRACE MURRAY HOPPER</b> erster Compiler für die problemorientierte Programmiersprache A-O  |
| 1952    | <b>A. G. OETTINGER</b> erstes Lernprogramm für einfache Registrierungen   |
| 1953    | <b>H. G. KAHRIMANIAN</b> und <b>J. F. NOLAN</b> erstes Programm zur formelmäßigen Differentiation   |
| 1953    | <b>S. A. LEBEDEW</b> BESM - erster russischer Elektronenrechner   |
| 1953    | Rechner IBM 701   |
| 1954    | Rechner IBM 650   |
| 1954    | <b>B. I. RAMEJEV</b> und <b>J. J. BASILEWSKI</b> Rechner Ural I   |
| 1954    | Univac 1103, erster Elektronenrechner mit automatischer Programmunterbrechung   |
| 1954    | IBM Beginn der Entwicklung der FORTRAN-Sprache  |
| 1955    | <b>J.H. FELKER</b> TRADIC - erster Transistor Rechner   |
| 1956    | <b>K. ZUSE</b> Rechner Z 22; erste Serienproduktion von Elektronenrechnern in Deutschland   |
| ab 1958 | Beginn der zweiten Rechnergeneration (Transistoren)   |
| 1958    | Entwicklung der ALGOL - Sprache   |
| 1958    | Mailüfterl  |
| 1958    | Fertigstellung der ersten integrierten Schaltung  |
| 1960    | <b>F. C. WILLIAM</b> und <b>T. KILBURN</b> ATLAS - Großrechenanlage   |
| 1960    | Entwicklung der COBOL-Sprache   |
| 1960    | Erstes Programm zur automatischen Silbentrennung  |
| 1960    | <b>ROBERT M. FANO</b> und <b>F. J. CORBATO</b> Projekt MAC am MIT (erstes Teilnehmer-System (Time Sharing))   |
| 1961    | Firma AEG-Telefunken TR 4-Rechner   |
| 1961    | Firma Sumlock Rechner „Anita“, die erste elektronische Tischrechenmaschine  |
| 1962    | <b>K. E. IVERSON</b> Entwicklung der APL-Sprache  |
| 1962    | erste integrierte Schaltung auf dem Markt   |

## Abriß zur Geschichte der Informatik (R<sub>9</sub>)

*Datei: Geschichte der Informatik.doc* (Erstelldatum: 04.11.95 07:29 Uhr Letzte Aktualisierung: 18.06.97 07:01)

---

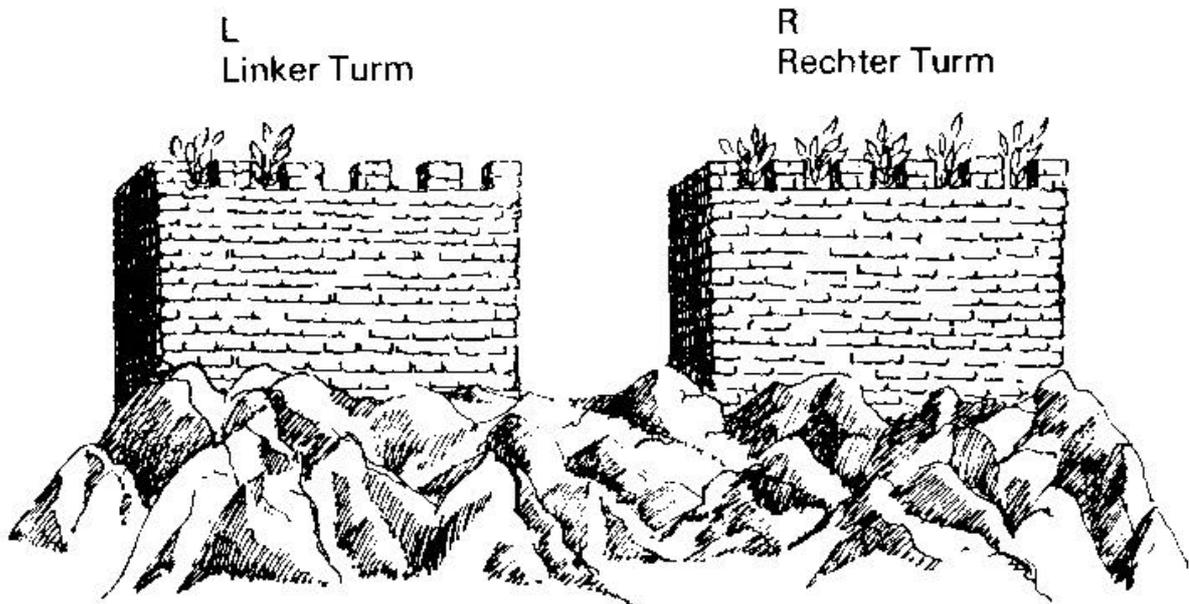
|         |  |
|---------|--|
| ab 1964 | Beginn der dritten Rechnergeneration (Integrierte Schaltkreise)  |
| 1964    | Industria Machine Elettronica, Rechner IME 84, erste voll-transistorisierte Tischrechenmaschine  |
| 1964    | Rechner IBM System/ 360  |
| 1967    | Taschenrechner   |
| 1958    | erster integrierter Schaltkreis in Laborversuchen (ein Transistor, ein Kondensator, drei Widerstände)  |
| 1962    | acht Transistoren pro Chip gehen in Serie  |
| 1968    | stellt „Texas Instruments,, die MOS-Technologie vor 5000 Transistoren/Chip   |
| 1970    | wird von der Firma „Intel“ der erste $\mu$ -Prozessor i 4004 entwickelt (4 bit Datenbus)   |
| 1971    | erster Mikroprozessor auf dem Markt  |
| 1972    | Wissenschaftliche Taschenrechner erobern den Markt   |
| ab 1974 | Beginn der vierten Rechnergeneration (Hochintegrierten Schaltkreise)   |
| 1974    | Programmierbare Taschenrechner   |
| 1975    | Bausatz für persönliche Computer   |
| 1976    | kommt der bedeutendste 8 bit Prozessor von Zilog auf den Markt: der Z 80, auf dessen Basis das erste kompatible Betriebssystem CP/M entwickelt wird  |
| 1977    | erste kleine Mikrocomputer   |
| ab 1979 | wird der Prozessor i 8086 gefertigt, für welchen IBM das IBM-DOS entwickeln läßt. Dieses wird von Microsoft zum MS-DOS standardisiert. Für den i 8086 entstanden aufwärtskompatible Nachfolgemuster (i 80186 - 80486). |
| ab 1984 | Forschungen zur 5. Rechnergeneration (Prinzip der Parallelverarbeitung)  |

# VON DER ZEICHENÜBERTRAGUNG, DEM ZÄHLEN UND DER SCHRIFT ZUM HEUTIGEN COMPUTER UND SEINEN MÖGLICHKEITEN

## 1. Die einfache Art der Informationsübertragung

### Signalübertragung nach Polybos (204 - 122 v. u. Z.)

Grundlage seiner Idee waren zwei Türme mit je fünf getrennten Feuersignalstellen. In einer fünf mal fünf-Matrix ordnete er die Buchstaben des griechischen Alphabets (insgesamt nur 24 Buchstaben) an. Damit war die Übertragung jedes einzelnen Buchstaben möglich, und zwar 10 bit parallel, wie wir heute sagen würden.



griechische Signaltürme

R

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
|   | A | B | Γ | Δ | E |
|   | Z | H | Θ | I | K |
| L | Λ | M | N | Ξ | O |
|   | Π | P | Σ | T | Υ |
|   | Φ | Χ | Ψ | Ω |   |

Matrix des griechischen Alphabets

## 2. Zahlen und Schrift

„Computer“ hat als Stammwort das lateinische Verbum computare (rechnen, anrechnen). In dem Begriff „Digitalrechner“ (mit Zahlen operierende Rechenmaschine) steckt das lateinische Wort **digitus** (Finger), was die Verbindung zu einer ganz alten Rechenmethode andeutet, zum Fingerrechnen.

Die Möglichkeit, Zahlen durch Aneinanderreihen, etwa von Strichen, darzustellen und diese der besseren Übersichtlichkeit wegen gegebenenfalls zu bündeln, ist nicht nachträglich ausgedacht worden und erschöpft sich nicht darin, als theoretisches Anschauungsmodell zu dienen. Im Gegenteil, die Methode ist uralt - sie zeichnete sich durch die Variabilität aus, hatte einst großen praktischen Wert, war weit verbreitet und wird heute noch angewandt, ohne daß man sagen könnte, sie wäre ein Anachronismus. Die Körperzahlen waren eine relativ umfangreiche Zahlen- und Zählskala. Durch spätere Forschungen ist das rekonstruiert worden.

Ein Papuastamm kam bis 22, wobei folgendes System gültig war:

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1 = rechter Kleinfinger  | 12 = Nase                |
| 2 = rechter Ringfinger   | 13 = Mund                |
| 3 = rechter Mittelfinger | 14 = linkes Ohr          |
| 4 = rechter Zeigefinger  | 15 = linke Schulter      |
| 5 = rechter Daumen       | 16 = linker Ellenbogen   |
| 6 = rechtes Handgelenk   | 17 = linkes Handgelenk   |
| 7 = rechter Ellenbogen   | 18 = linker Daumen       |
| 8 = rechte Schulter      | 19 = linker Zeigefinger  |
| 9 = rechtes Ohr          | 20 = linker Mittelfinger |
| 10 = rechtes Auge        | 21 = linker Ringfinger   |
| 11 = linkes Auge         | 22 = linker Kleinfinger  |

### **Beda V. (673 - 735)**

Hauptsächlich Kirchenlehrer und Historiker, führte **BEDA** unter dem Begriff „Nach Christi Geburt“ die Zeitrechnung in die Geschichtsschreibung ein. Auch mit der Mathematik beschäftigte er sich in erster Linie aus historischem Interesse. Seine vollständige Erklärung der Fingerzählweise war Bestandteil seines Buches „Über die Zeitrechnung“. Ohne **BEDA**, der von sich meinte, seine liebsten Tätigkeiten seinen Lernen, Lehren und Schreiben, wäre das Fingerrechnen als mathematische und damit auch kulturhistorische Kategorie heute vielleicht schon verschollen, denn alle späteren Veröffentlichungen griffen auf seine Darlegungen zurück.

**Einige Regeln, die BEDA sammelte und ordnete, lauteten:**

„Sagst du eins, so mußt du an der linken Hand den Kleinfinger beugen und sein Endglied auf die Handfläche legen.

Bei zwei mußt du den Ringfinger danebenlegen.

Bei drei entsprechend den Mittelfinger.

Bei vier mußt du den Kleinfinger wieder aufrichten.

Bei fünf ebenso den Ringfinger.

Bei sechs mußt du wohl den Mittelfinger strecken, aber dann den

Ringfinger allein wieder auf die Handfläche beugen.

Bei sieben strecke alle Finger und beuge nur den Kleinfinger über die Handwurzel.

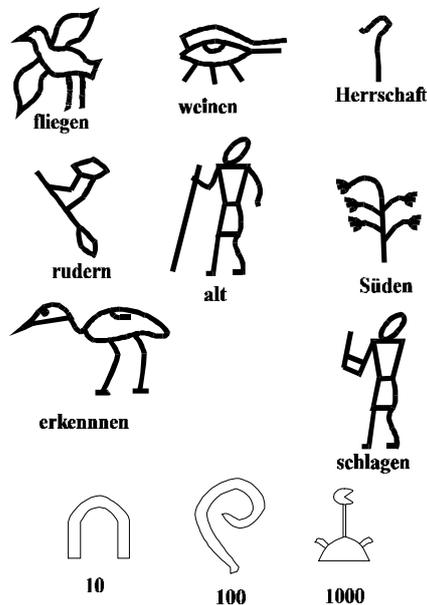
Bei acht lege den Ringfinger daneben.

Bei neun lege den Mittelfinger daneben.“



**Handzeichen zum Fingerrechnen**

Die Keilschrift, vor 4000 Jahren erfunden, war die erste Möglichkeit Worte und Gedanken in Schriftform aufzuzeichnen und weiterzugeben. Zeichen in Ton gedrückt, in Stein geritzt oder zu Papier gebracht, wurden zum Eckpfeiler der kulturellen und wirtschaftlichen Entwicklung.



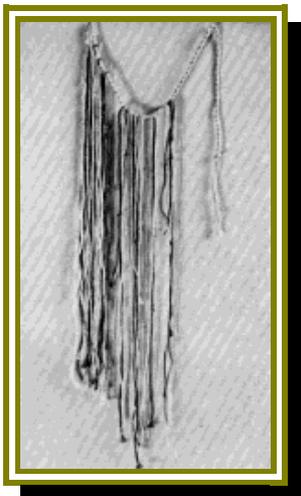
Ägyptische Hieroglyphen

### 3. Erste Ansätze zum Vereinfachen des Rechnens

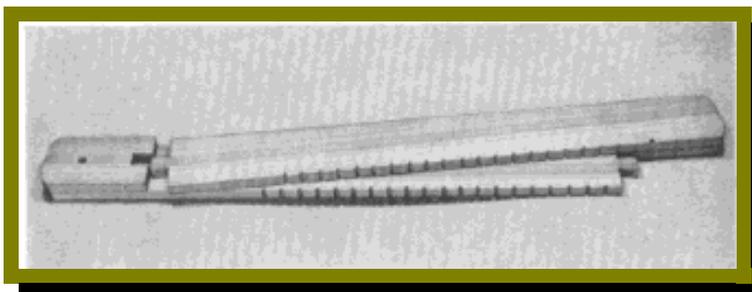
#### **Grundlagen des Zählens und Rechnens**

Das Rechenbrett hat seinen Ursprung in dem römischen bzw. griechischen Abacus, dieser war das älteste Rechenggerät der Welt und im alten Indien ebenso bekannt wie in China und Japan. Schon vor 2500 bis 3000 Jahren wurde er verwendet, verschwunden ist sein Prinzip immer noch nicht. So hat sich in der SU die Stschoty behauptet, ein Handrechenapparat, der schneller und zuverlässiger ist als das schriftliche Rechnen.

Der Abacus war, seine Form und seinen Namen ändernd, als Rechenbrett in vielen Ländern verbreitet, und er hatte, wenngleich nicht in Gestalt von Geräten, Vorgänger. Es existieren mannigfache Hilfsmittel, mit denen ebenfalls gezählt und gerechnet wurde. Das konnten, je nachdem, was die Natur bot, Steine, Muscheln, Stäbchen und Obstkerne sein, oder extra angefertigte Tafeln, Knotenschnüre, Kerbhölzer und Kerbzettel.



Peruanische Knotenschnur



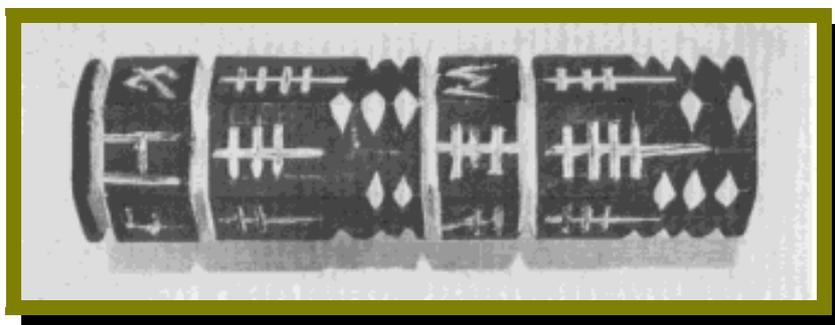
Zweiteiliges Kerbholz

## Das Kerbholz

Der jeweiligen Verwendung angepaßt, gab es verschiedene Arten. Zum Registrieren von Zahlen, die Erträge, Arbeitsleistungen, Zeitspannen, Schulden, Guthaben usw. ausdrücken sollten, kam man mit einem einfachen Zählstock aus. Aneinandergereiht und gegebenenfalls gebündelt, spiegelten die Einkerbungen die entsprechenden Summen wieder.

Mit der amtlichen Bestätigung des Kerbhölzes wurden in England im 12. Jhd. einheitliche Kerbschnitte eingeführt. Die Schatzkammer hatte einen eigenen Kerbmeister. Die Vorschriften für die Einkerbungen, die nach Größenordnungen angebracht wurden, lauteten:

- Für 1000 Pfund Sterling ist die Kerbe so breit, wie eine Hand dick ist, sie wird oben aufgekerbt
- Für 100 Pfund Sterling ist sie daumendick, nicht gewinkelt wie die 1000-Kerbe, sondern gebogen; sie wird unten eingeschnitten, der Kopf des Holzes zeigt nach oben
- Für 20 Pfund Sterling ist sie kleinstfingerdick
- Für 1 Pfund Sterling ist sie so Breit wie die Breite eines reifen Gerstenkorns
- Für 1 Schilling ist sie kleiner, aber immer noch so, daß eine Kerbe entsteht
- Für 1 Pence ist so ein Schnitt, ohne daß Holz herausfällt



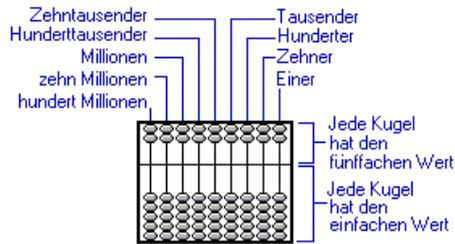
Kerbholz eines Hirten

## Der Abacus

In seiner Urform bestand der Abacus aus einem tafelartigen Brett, eingeteilt in mehrere senkrecht verlaufende Spalten. Je eine Spalte nahm, entweder rechts (Griechenland) oder links (Ägypten) beginnend, die Einer, Zehner, Hunderter, Tausender, Zehntausender, Hunderttausender und Millionen auf. Damit war es möglich,

jede beliebige Zahl dieser Bereiche darzustellen und durch Hinzufügen, Wegnehmen und Verschieben von Rechensteinen auch zu rechnen.

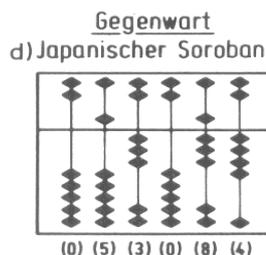
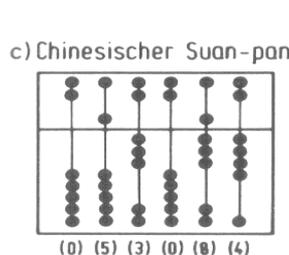
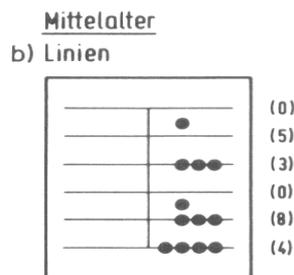
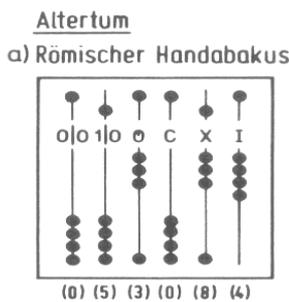
Die Rechenbretter hatten eine respektable Größe, besonders in China, wo die Stäbchen 15 cm lang waren.



**Chinesischer Abakus: Zahlen werden dargestellt, indem die Kugeln zum Querstab hin verschoben werden**

**Rechenverfahren auf dem chinesischen Suan-Pan**

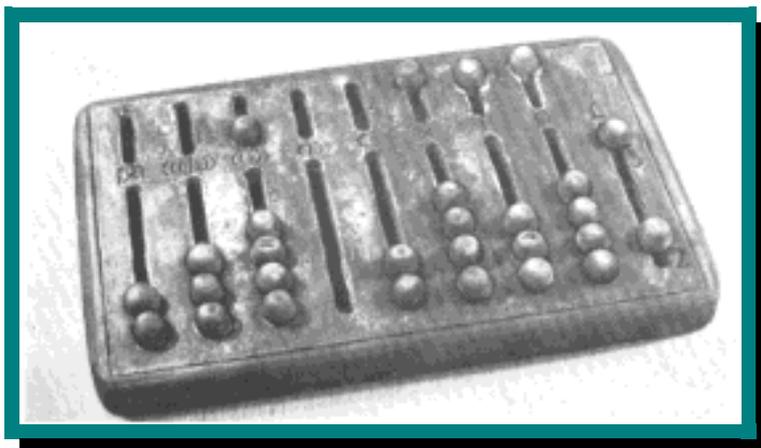
In Rom, den antiken Zentrum dieses Rechenverfahrens, löste ein kleiner leichter Abacus die primitiven und plumpen Modelle des Anfangs ab; er war so gebaut, daß er durchaus als Rechengerät bezeichnet werden konnte.



**Beispiele für die Ausführungsform von Rechenbrettern in Altertum, Mittelalter und Gegenwart**

Der Handabacus, von dem ein erhalten gebliebenes Exemplar in einem Pariser Museum ausgestellt ist, trug seinen Namen zu Recht. Er paßte in eine Hand hinein, seine Bedienung bereitete bei einiger Übung keine Schwierigkeiten. In Rillen bewegten sich verschiebbare Kugelköpfe. Die Rubriken für die Einer, Zehner usw. bis zum Bereich der Million waren mit römischen Ziffern markiert. Im oberen Drittel wies jede Rille eine Unterbrechung auf. Dadurch kam man mit weniger Kugeln aus, als sonst benötigt worden wären, denn eine Kugel im oberen Rillenabschnitt hatte den Wert von fünf Kugeln im unteren Rillenteil. Zusätzlich war das Instrument mit Rillen für Gewichtseinheiten ausgestattet, mit einer vollständigen für Unzen und einer dreiteiligen für 1/24, 1/48 und 1/144 Aß (1As=12 Unzen)

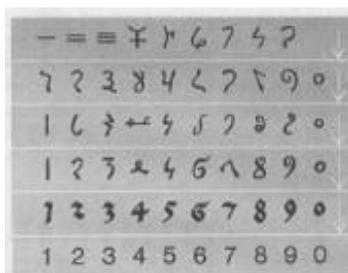
Mit seiner Größe und seiner einfachen Handhabung eignete sich dieser Abacus gut für den täglichen Gebrauch. Er drückte neben der praktischen Veranlagung der Römer eine ökonomische Notwendigkeit aus und ersparte schriftliche Rechenoperationen, deren Ausdehnung durch die römische Zahlschrift ohnehin Grenzen gesetzt waren.



Römischer Handabacus

## Das Dezimalsystem

Unser Dezimalsystem stammt aus Indien und gelangte im ausgehenden Mittelalter aus dem Nahen Osten zu uns. Diese Leistung der Inder kann als Großtat in der Entwicklungsgeschichte der Menschheit bezeichnet werden. Die einzelnen Ziffern haben eine lange Entwicklung durchgemacht, bis aus ihnen die heute gebräuchliche Form entstanden ist.



Entwicklung der Ziffern für das heutige Dezimalsystem

Dargestellt von oben nach unten:

- Indisch (Brahmi) 3. Jh. v. Chr.
- Indisch (Gwalior) 8. Jh. v. Chr.
- Westarabisch (Gobar) 11. Jh.
- Europäisch 15. Jh.
- Europäisch (Dürer) 16. Jh.
- Neuzeit (Grotesk) 20. Jh.

Das Zehnersystem ist die Grundlage aller modernen mathematischen Entwicklungen und wurde auch bei den ersten Rechenmaschinen verwendet. Es lassen sich mit ihm besonders leicht mathematische Operationen durchführen. Bedingt durch seine einfache praktische Anwendung hat es sich schnell auf der ganzen Welt verbreitet.

## 4. Neue Wege in der Mathematik

### Algorithmus

In dem Wort „Algorithmus“ lebt der Name des Universalgelehrten **ABU JAFAR MUHAMMAD IBN MUSA AL\_HWARIZMI** (783 - 850) aus der in Mittelasien (Usbekistan) gelegenen Landschaft Choresmien fort, welcher etwa seit dem Jahr 800 an der Akademie der Wissenschaften („Haus der Weisheit“) zu Bagdad - zusammen mit anderen Gelehrten - indische und griechische wissenschaftliche Schriften ins arabische übersetzte und auf dieser Grundlage selbst weiter forschte. Er schrieb mathematische und astronomische Lehrbücher, unter anderem ein weit verbreitetes und einflußreiches Mathematikwerk mit dem Titel **KITAB AL\_JABR WAL\_MUQABALA**, d. h., „Buch für die Rechnung durch Vergleich und Reduktion“, welches im 13. Jhd. ins lateinische übersetzt wurde. In der Übersetzung beginnen die Kapitel jeweils mit **DIXIT ALGORITHMI**, d.h. „Also sprach Al-Khwarizmi!“.

**Rechnen auf Linien**

Der genaue Zeitpunkt, an dem sich das Rechnen auf den Linien durchzusetzen begann, ist nicht bekannt. In mathematischen Werken wurde es erst vom ausgehenden 15. Jahrhundert an erwähnt. Aber das besagt nicht allzuviel, denn die mathematischen Schriften wurden damals von Männern verfaßt, die mit der Praxis wenig Berührung hatten. Für die als profan geltenden Rechenmethoden der Kaufleute, Handwerker und städtischen Kämmerer interessierten sie sich kaum. So ist es denkbar, daß das Rechnen auf den Linien, das auch Schreib- und Leseunkundige beherrschen konnten, längst gebräuchlich war, bevor es von den Gelehrten akzeptiert wurde.

Diese Annahme wird durch erhalten gebliebene Marken erhärtet, die in Frankreich schon Mitte des 13. Jahrhunderts, in Belgien Ende des 13. Jahrhunderts und in Deutschland Ende des 14. Jahrhunderts existierten - Marken, die, ebenso wie einst Steinchen, Muscheln, Stäbchen, Kugelknöpfe und Apices, für dieses Rechenverfahren ein unabdingbares Requisite waren.

Die Namen der Rechenmarken zeigen, daß das Rechnen auf den Linien weit verbreitet war. Sie hießen jetons (französisch), caunters (englisch), Rechenpfennige (deutsch) und penjasi (russisch).

Die Bezeichnung Rechnen *auf* den Linien machte den wesentlichsten äußerlichen Unterschied dieses Rechenverfahrens gegenüber dem Rechenbrett deutlich. Auf dem ältesten Abacus und auf dem Klosterabacus hatte man in Spalten gerechnet, also *zwischen* den Linien. Jetzt waren die Linien selbst Träger der Rechenmarken, ähnlich wie die Rillen auf dem römischen Handabacus. Aber im Gegensatz zu diesem verliefen sie nicht vertikal, sondern horizontal wie die Zeilen eines Buches.

Die Linien staffelten sich von unten nach oben, von der kleinsten Einheit (Einer) zur größten. Auf eine Linie wurden höchstens vier Marken gelegt. Eine Marke zwischen zwei Linien hatte den halben Wert der über ihr liegenden Linie. Dadurch wurden nach dem gleichen Prinzip, das, etwas abgewandelt, schon für den Handabacus gegolten hatte, Rechenmarken gespart. Zur Aufnahme der Summanden, Faktoren, Dividenden usw. sowie des Ergebnisses waren besondere Spalten vorhanden.

Das Rechnen auf Linien war gar nicht so schwierig, wie es uns heute erscheinen mag. Eine Demonstration am Beispiel der Addition von 1987 und 152 wird dies zeigen. Auf den Rechentisch wurden die Marken nach untenstehendem Schema aufgelegt, und die zu addierenden Zahlen durch einen senkrechten Strich getrennt.

|               |          |   |             |          |   |            |
|---------------|----------|---|-------------|----------|---|------------|
| Tausender     | 1 Marke  | = | 1000        |          |   |            |
| Fünfhunderter | 1 Marke  | = | 500         |          |   |            |
| Hunderter     | 4 Marken | = | 400         | 1 Marke  | = | 100        |
| Fünfziger     | 1 Marke  | = | 50          | 1 Marke  | = | 50         |
| Zehner        | 3 Marken | = | 30          |          |   |            |
| Fünfer        | 1 Marke  | = | 5           |          |   |            |
| Einer         | 2 Marken | = | 2           | 2 Marken | = | 2          |
| <b>Ergibt</b> |          |   | <b>1987</b> |          |   | <b>152</b> |

Für die Addition werden die auf jeder Linie und die in den Zwischenräumen (5, 50, 500) vorhandenen Marken zusammen geschoben. Liegen zwei Marken mit Fünferwerten nebeneinander, wird eine Marke weggenommen und die andere auf die nächsthöhere Linie gerückt. Das trifft bei  $50+50 = 100$  und  $400+100+500 = 1000$  zu. Nach dieser einfachen Veränderung sind auf den Linien vorhanden:

|               |          |   |             |
|---------------|----------|---|-------------|
| Tausender     | 2 Marken | = | 2000        |
| Hunderter     | 1 Marke  | = | 100         |
| Zehner        | 3 Marken | = | 30          |
| Fünfer        | 1 Marke  | = | 5           |
| Einer         | 4 Marken | = | 4           |
| <b>Ergibt</b> |          |   | <b>2139</b> |

So wurde die Addition  $1987 + 152 = 2139$  gelöst.

Großen Aufwand erforderte das Linienrechnen nicht, spezielle Rechentische und Rechentafeln, die es auch gab, waren nicht in jedem Fall notwendig. Rechentücher und, wie in England, Rechenleder mit aufgestickten oder aufgekredeten Linien reichten aus. Sie ließen sich bequem zusammenrollen und als Handgepäck leicht transportieren.

Durch seine Volkstümlichkeit, die auf der schnellen Erlernbarkeit und vielleicht auch auf der ins Spielerische gehenden Form basierte, behauptete sich das Rechnen auf den Linien lange, es verzögerte sogar den Durchbruch des schriftlichen Rechnens mit arabischen Ziffern.

Auch nach Osteuropa drang das Rechnen auf den Linien vor, erreichte hier aber nicht die Volkstümlichkeit, die es in anderen Ländern hatte. In Rußland stießen die Penjasi (geprägte Rechenmarken) auf die Konkurrenz der Kostotschki (Rechenkerne) und waren ihnen schließlich unterlegen. An der Wende vom 16. zum 17. Jahrhundert wurde das Rechnen auf den Linien von den Rechenkästen überflügelt.

Dieses Gerät bestand aus zwei Holzkästen, die durch Trennbretter in vier Felder aufgeteilt und von 14 Fäden oder Metalldrähten durchzogen waren. In jedem Feld trugen die oberen zehn Drähte je neun Scheiben, die restlichen vier Drähte waren zum Rechnen mit Brüchen und Gewichtseinheiten bestimmt und hatten eine bis vier Scheiben.

Obwohl das Rechnen in den Fächern ziemlich umständlich war, kamen die Kaufleute, Landvermesser, Verwalter und Kanzleibeamten gut mit ihm zurecht. Es eignete sich für alle vier Grundrechenarten mit ganzen Zahlen und mit Brüchen.

Rechenkästen wurden in Rußland in veränderter Form beibehalten. Die Zahl der Felder verringerte sich von vier auf zwei und schließlich auf eins, die der Drähte von 14 auf 10. Diese Beschränkung gestattete es, verschiedene Modelle herzustellen: Rechengitter, Rechenschatullen, große Handelsrechenbretter, zierliche Handrechenbrettchen.

Die plumpen Rechenkästen wurden zur Stschoty, deren Gestalt von dem jeweiligen Zweck abhing.

Eine noch ältere Tradition haben die Rechenkästen in China und Japan, wo sie Suanpan bzw. Soroban heißen.

## Rechenbücher

Rechenbücher, deren ältestes, das „Rechenbuch des Ahmes“, um das Jahr 1700 v. u. Z. in Ägypten geschrieben wurde, spielten eine große Rolle bei der Weitergabe an die nachfolgende Generation aber auch der Sperrung dieses Wissens vor den niederen Schichten des Volkes.

## Adam Ries

Der deutsche Rechenmeister und Hofarithmetikus **ADAM RIES** (1492-1559) war es, der Ordnung und Methode in die spätmittelalterliche Rechnerei brachte. Er führte um 1520 das Rechnen mit der Feder in unserem heutigen Sinne ein. Sein 1550 erschienenes Standardwerk „Rechnung nach der Lenge auff die Linihen und Feder“ und andere Rechenbücher machten ihn weltberühmt .

- Geboren 1492 in Staffelstein in Franken
- 1517 erste urkundliche Erwähnung
- 1518 - 1522/23 Aufenthalt in Erfurt, Bekanntschaft mit dem aus Annaberg stammenden Arzt und Universitätsgelehrten Georg Stortz
- Druck der beiden ersten Rechenbücher „Rechnung auff der Linihen ...“ (1518) und „Rechnung auff der Linihen vnnd Federn ...“ (1522)
- 1522 Beginn der Arbeiten an der „Coß“
- 1523 Übersiedlung nach Annaberg, dem deutschen Bergbauzentrum und mit 12 000 Einwohnern zweitgrößten Stadt Sachsens
- 1524 Rezeßschreiber im Bergamt Annaberg
- 1525 Heirat, Kauf des Hauses in der Johannisgasse und Einrichtung der Rechenschule daselbst, Erwerb des Bürgerrechts
- 1527 Rezeßschreiber in Marienberg
- 1533 Abfassung der „Annaberger Brotordnung“
- 1533 - 1539 Zehntner im Bergamt Geyer
- 1539 Ernennung zum „Curfürstlich Sächsischen Hofarithmeticus“, Kauf des „Vorwercks bey der wisen“, der „Riesenburg“

## Die Logarithmen von John Napier

Als Folge der geographischen Entdeckungen nahm der Handel einen enormen Aufschwung. Die Ausbeutung der Kolonien belebte die Wirtschaft Europas in einem ungeahnten Maße. Das alles hatte Auswirkungen auf die Mathematik. Rechenmethoden, die bisher ausgereicht hatten, genügten nicht mehr, sie waren zu schwerfällig, zu ungenau und zu langsam geworden. Die Seefahrer, die Kaufleute, die Astronomen, die Wissenschaftler

anderer Disziplinen, die Landvermesser, die Angehörigen vieler Berufe brauchten nun Rechenverfahren, die Zeit ersparten, sich leicht anwenden ließen und präzise Resultate lieferten.

Der schottische Mathematiker **JOHN NAPIER** (1550 - 1617) hat später in Worte gekleidet worum es in diesem Prozeß ging: „Ich bemühte mich, soviel ich konnte und vermochte, die Rechnungen von Schwierigkeiten und Eintönigkeiten frei zu machen, die viele Menschen vom Studium der Mathematik fernhalten.“

Ein Mittel, das praktische Rechnen zu vereinfachen und zu erleichtern, waren die Logarithmen, deren Benennung auf die griechischen Wörter „logas“ (Verhältnis) und „arithmos“ (Zahl) zurückgeht.

Im Jahr 1614 kam das Werk „Mirifici logarithmorum canonis descriptio“ von dem schottischen Adligen **JOHN NAPIER** Lord of Merchiston heraus. **NAPIER**, der sich auch **NEPER** nannte, hatte Theologie studiert und sich mit Energie und Eifer an der Diskussion religiöser und politischer Themen beteiligt.

Daneben galt sein Interesse landwirtschaftlichen und technischen Problemen. Sogar die Konstruktion eines Unterwasserbootes soll er in Angriff genommen haben. Alle diese Ambitionen wurden dann aber durch die etwa 20jährige Arbeit an den Logarithmen völlig in den Hintergrund gedrängt. **NAPIER** selbst hat sich dazu geäußert: „Weil die Berechnung dieser Tabelle, die unter Mithilfe vieler Rechner hätte vollendet werden müssen, nur von einer Person durchgeführt wurde, ist es nicht verwunderlich, wenn sich in sie viele Fehler eingeschlichen haben. Geschah dies nun infolge Übermüdung des Rechners oder aus Nachlässigkeit des Setzers - ich bitte für die Fehler bei dem geneigten Leser um Entschuldigung. Wenn ich jedoch sehe, daß von den Gelehrten der Nutzen dieser Erfindung angenommen ist, dann gebe ich vielleicht in kurzer Zeit eine Erläuterung der Rechenmethode, wie sich dieses Werk verbessern läßt, damit es durch die Arbeit vieler Rechner in aller Welt mit einer größeren Genauigkeit erscheinen kann, als es auf Grund der Arbeit eines einzelnen möglich ist. Nichts pflügt am Anfang vollkommen zu sein.“

Als **NAPIER** zwei Reihen von Zahlen verglich (siehe Abbildung) merkte er etwas erstaunliches - um zwei Zahlen in der unteren Reihe zu multiplizieren, zum Beispiel 4 und 64, mußte man nur die zwei darüberstehenden Zahlen - die 2 und 6 - addieren.

Das Produkt der beiden unteren Zahlen (das Ergebnis von 4 mal 64) konnte man an der Stelle in der unteren Zeile ablesen, die unter der Summe der oberen Zahlen stand, also unter der 8 in der oberen Reihe (256 liegt unter der 8).

So benutzte man also die Addition, um zu multiplizieren. Analog konnte man die Subtraktion benutzen, um zu dividieren: 256 dividiert durch 64=4. Das Ergebnis der Division befindet sich unter dem Ergebnis der subtrahierten Zahl in der oberen Reihe: 8-6=2. Napier nannte die Zahlen in der oberen Reihe **Logarithmen**.

|   |   |   |    |    |    |     |     |     |
|---|---|---|----|----|----|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7   | 8   | 9   |
| 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 128 | 256 | 512 |
|   | * |   |    |    | *  |     | *   |     |

**Logarithmentabelle Napiers**

Die logarithmische Idee wurde weiterentwickelt, so daß man jedes beliebige Produkt in Tabellen, die zu diesem Zweck produziert wurden, nachschlagen konnte. Da die Addition für Menschen immer einfacher ist als die Multiplikation, fand diese Entdeckung rasch ein breites Publikum.

Napier kopierte einige seiner Tabellen auf Elfenbeinstäbchen, die er bei Bedarf nebeneinander legen konnte. Die Stäbchen wurden „**Napiers Knochen**“ genannt. Dieses neue Verfahren war der Vorgänger des **Rechenschiebers** (das erste Exemplar erschien gegen 1650), mit dem vor einer Generation die Ingenieure gerechnet haben und der auch heute immer noch benutzt wird.

Durch die Erfindung von Logarithmen, log. Tabellen und des Rechenschiebers wurde zwar die mathematische Arbeit erleichtert, aber menschliche Fehler waren leider nicht auszuschließen. Auch wenn die Berechnungen, die den Tabellen zugrunde lagen, richtig waren, waren die per Hand kopiert sowie die mechanisch gedruckten Tabellen mit Druckfehlern behaftet. der Rechenschieber war in diesem Sinne (Fehlerreduktion) von großer Bedeutung, aber auch wenn man „richtig geschoben“ hatte, galt die Genauigkeit der Ergebnisse nur bis auf drei Nachkommastellen.

Obwohl Abakus und Rechenschieber beide Rechenhilfsmittel sind, hat das zugrundeliegende Rechenprinzip einen entscheidenden Unterschied. Der Rechenschieber zählt in Wirklichkeit nichts. Stattdessen mißt er eine physikalische Eigenschaft, die einer Zahl analog ist.

Der Rechenschieber gilt deshalb als ein Beispiel für einen Analogrechner, der das Ergebnis einer Berechnung als eine Skalenstelle darstellt, anstatt das Ergebnis in Ziffern auszugeben. Der Abakus dagegen zählt diskrete Einheiten und gilt deshalb als Beispiel für einen Digitalrechner. Dieser Unterschied - digital oder analog - wird eine große Rolle in der späteren Entwicklung der Computer spielen.

Vollkommen waren **NAPIERS** Tabellen nicht. Die Werte, die er angab, waren ebenso wie die von Bürgi nur angenähert. Die Absicht, dekadische Logarithmentafeln (mit der Basis 10) zu berechnen, konnte **JOHN NAPIER** nicht mehr verwirklichen. Er starb 1617 in Edinburgh.

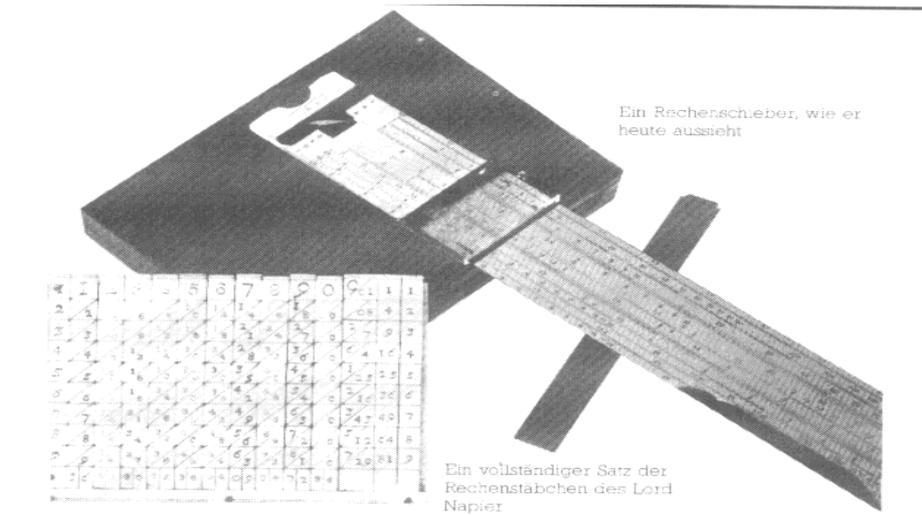
Sein wissenschaftliches Erbe übernahm der Londoner Mathematiker **HENRY BRIGGS** (1556-1630), ein Verehrer **NAPIERS**. Er realisierte die Idee, als Grundlage der Logarithmen das Zehnersystem zu nutzen, nach **NAPIERS** Tod selbständig. 1624 lagen in seiner „Arithmetica logarithmica“ vierzehnstellige Logarithmen der Zahlen von 1 bis 20000 und 90 000 bis 100 000 vor. Die noch fehlenden Logarithmen berechneten dann die niederländischen Feldmesser **EZECHIEL DE DECKER** und **ADRIAN VLACQ**. 1627, mitten im 30jährigen Krieg, waren die Tafeln der Zehnerlogarithmen vollendet.

## 5. Das mechanische Rechnen

### Der Rechenschieber

Bei allen Vorzügen, die sie aufzuweisen hatten, waren die Logarithmentafeln nicht der Weisheit letzter Schluß. Das schien auch **JOHN NAPIER** zu spüren. Neben der Logarithmenberechnung entwickelte der talentierte Konstrukteur Rechenstäbe mit dem kleinen Einmaleins.

Zu seinen Lebzeiten wurden diese Napierschen Rechenstäbchen nicht sonderlich beachtet, doch später, als der Bau von mechanischen Rechenmaschinen aktuell wurde, sollten sie noch eine Rolle spielen. Vorerst aber bereicherten Rechenschieber die Auswahl der vorhandenen Rechenhilfsmittel. Sie verbanden die Vorteile der Logarithmen mit einer leichten Handhabung, die in manchen Fällen zweckmäßiger war als das Ablesen aus der Logarithmentafel. Das die Versuche ausschließlich in England angestellt wurden, war nicht verwunderlich. In dem ökonomisch am weitesten vorangeschrittenen Land wurden Rechengeräte notwendiger gebraucht als anderswo.



Rechenschieber wie er heute aussieht - Rechenstäbchen des Lord Napier

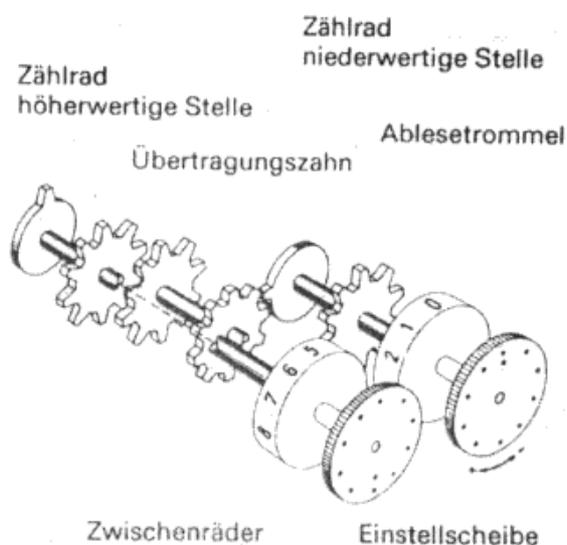
Am Gresham College in London, wo **HENRY BRIGGS** unterrichtete, wirkte als Professor für Astronomie **EDMUND GUNTER** (1561-1626). Von den Arbeiten des Mathematikers angeregt, benutzt er eine logarithmisch eingeteilte Rechenskala. Für die Rechenoperationen nahm er zum Abgreifen der Längen einen Zirkel zu Hilfe. **GUNTER**, der durch die Herausgabe von Tafeln für die Logarithmen der Sinus- und Cosinusfunktionen für die Basis 10 hervortrat, legte zwar nicht den ersten Rechenschieber vor, aber er entdeckte das Prinzip. Der Landpfarrer **WILLIAM OUGHTRED** (1574-1660) führte gradlinig und kreisförmig aneinandergleitende logarithmische Skalen ein, die den Zirkel erübrigten. Wann das geschah, ist nicht genau bekannt. Möglicherweise sind die Experimente im Jahre 1621 gelungen. **OUGHTRED** selbst beschrieb seine Instrumente erst 1632/33. Zwei Jahre vorher hatte sein Schüler **RICHARD DELAMAIN** das kreisförmige Rechenrad erläutert und für sich in Anspruch genommen, dessen Erfinder zu sein. Mitte des 17. Jahrhunderts vervollständigten **SETH PARTRIDGE** und **EDMUND WINGATE** den geraden Rechenschieber, der sich zunächst über das runde Rechenrad behauptet hatte, durch eine gleitende Zunge. Im 19. Jahrhundert erhielt der Rechenschieber mit dem Läufer seine endgültige Form.

Die Verbesserungen und Spezialisierungen für verschiedene Bedürfnisse, die nach und nach vorgenommen wurden, änderten an dem Prinzip nichts mehr. Der Rechenschieber hatte seine Bewährungsprobe bestanden. Schon im 18. Jahrhundert war er ein weit verbreitetes Hilfsmittel für die rechnerische Praxis. Seine Handlichkeit und seine mit logarithmischen Zahlenreihen beschrifteten Skalen gestatteten ein schnelles

mechanisches Multiplizieren, Dividieren, Potenzieren (Quadrieren) und Radizieren (Quadratwurzelziehen). Beim Rechenschieber werden mathematische Größen durch physikalische Größen (nämlich durch Längen) dargestellt; beide Systeme - das mathematische und das physikalische - werden durch die gleichen analytischen Beziehungen charakterisiert, sie sind (einander) analog. Der Rechenschieber ist also ein Analogrechner, denn die Multiplikation zweier Zahlen z. B. wird wegen der logarithmisch eingeteilten Skalen auf die Addition von zwei Exponenten zurückgeführt, die nun ihrerseits durch Addition von Längen, die hier die analogen physikalischen Größen darstellen, realisiert wird. Übrigens ist die Rechnung beendet, wenn der Einstellungsprozeß beendet ist, d. h., der Rechenprozeß ist mit der Einstellung der Ausgangswerte gekoppelt. Es deutete sich beim Rechenschieber, der noch heute unentbehrlich ist, an, was dann in immer stärkerem Maße zu einem elementaren Grundsatz für die Entwicklung, Konstruktion und Herstellung von Rechengeräten wurde: das verschmelzende Ineinanderwirken von Mathematik und Technik.

### Wilhelm Schickardt

Die Maschine besteht aus zwei verschiedenen Rechenwerken. Der obere Teil arbeitete nach dem Prinzip des Rechenstabes, der etwa um 1614 erfunden wurde. Hiermit wurden Multiplikationen und Divisionen über drehbare Zylinder durchgeführt. Der untere Teil dieser Rechenmaschine verwendete zur Addition und Subtraktion sechsdekatische Zählräder. Diese Rechenoperationen wurden über die vorderen Einstellscheiben mit Hilfe eines Wählstiftes durchgeführt. Die interessante Neuerung war ein Übertragungszahn zwischen jeder Dekade.



Verdeutlichung des Prinzips der Rechenmaschine nach Schickardt

Wurde zum Beispiel beim Addieren eine Dekade von null auf neun gedreht, erfolgte beim Weiterdrehen ein Übertrag in die nächste Dekade. Dieses Prinzip setzte sich bis zur Neuzeit in fast allen mechanischen Rechenmaschinen und Zählwerken durch. Wir finden es zum Beispiel auch in elektrischen Leistungszählern und in Kilometerzählern in Autos. Bei diesem Gerät wurden erstmalig Teile des Rechenwerkes automatisch gesteuert. Alle anderen Operationen wurden noch durch den Bediener getätigt.

Sein Name war kaum bekannt, er wurde nur im Zusammenhang mit einem speziellen Verfahren der Landvermessung, dem Rückwärtseinschneiden, erwähnt, verschollen war sein übriges Werk.

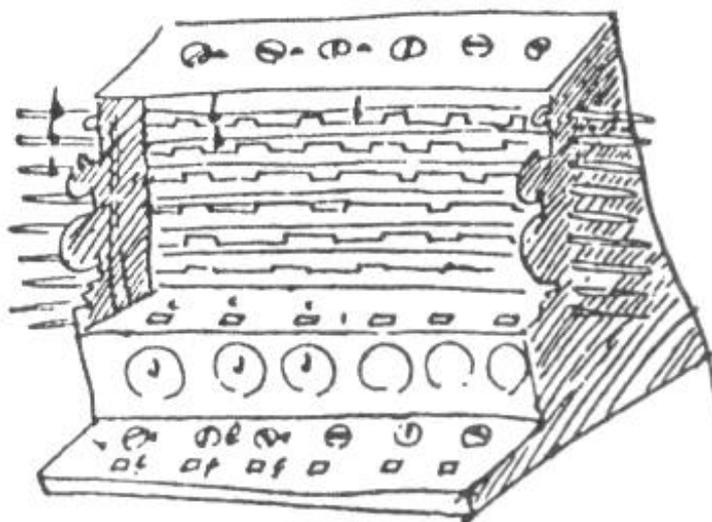
Vor wenigen Jahren erst wurde im Nachlaß des Astronomen **JOHANNES KEPLER** ein Brief gefunden, der die skizzenartige Federzeichnung einer Rechenmaschine enthält.

Datiert war dieser Brief am 25.02. 1624, geschrieben hatte ihn der Universitätsprofessor **WILHELM SCHICKARDT** aus Tübingen.

Der Inhalt wird **KEPLER** enttäuscht haben. **SCHICKARDT**, der Konstrukteur, berichtete ihm, daß die abgebildete Rechenmaschine nach dem vorbereiteten Muster gebaut, aber leider durch ein Feuer vernichtet worden wäre.

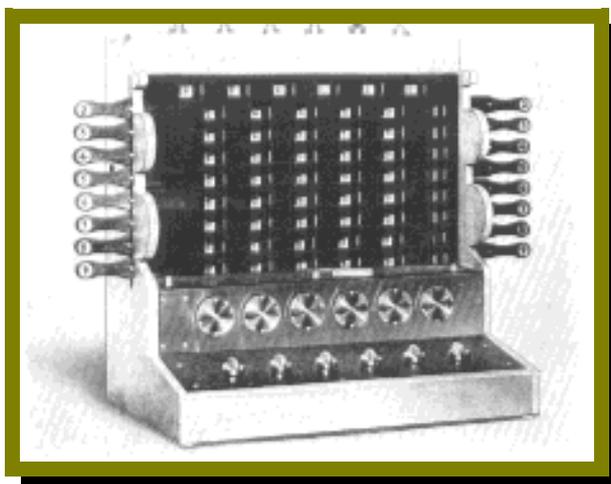


Wilhelm Schickardt



Handschriftliche Skizze der Rechenmaschine von Wilhelm Schickardt

Bestimmt gewesen war die nun zerstörte Maschine für **JOHANNES KEPLER**, den mit **WILHELM SCHICKARDT** eine Duzfreundschaft verband. Wie das Verhältnis zwischen den Gelehrten zustande gekommen war, läßt sich nur ahnen. Vielleicht war, von beruflichen Gemeinsamkeiten abgesehen, die Stadt Tübingen ein Bindeglied.



Nachbau der Rechenmaschine von Wilhelm Schickardt durch die Firma IBM

## **Johannes Kepler**

An derselben Universität, an der **SCHICKARDT** (1592-1635) wirkte, hatte der 21 Jahre ältere **KEPLER** (1571-1630) lutherische Theologie, Mathematik und Astronomie studiert.

In seine württembergische Heimat kehrte **KEPLER** von den fernen Städten, in denen er arbeitete, nur noch besuchsweise zurück, und nicht immer war der Anlaß dazu erfreulich.

Welcher der beiden Freunde berühmter war, ist keine Frage - **KEPLER**. Als 1624 der Zwischenfall mit der Rechenmaschine passierte, genoß er hohes wissenschaftliches Ansehen - durch die Berechnungen der Bahn des Planeten Mars, mit dem ersten, zweiten und dritten Keplerschen Gesetz, die Vertiefung der Lehre Galileis, die Konstruktion eines astronomischen Fernrohrs und die Untersuchungen über die Strahlenoptik.

Um 1620 wandte sich **KEPLER** der Berechnung neuer astronomischer Tafeln und Jahrbücher zu und nahm damit ein rechnerisches Mamutpensum auf sich. Die Schickardtsche Rechenmaschine sollte ihm dabei eine Hilfe sein. Fest steht, daß **SCHICKARDT** an dieser Aufgabe sehr intensiv gearbeitet hat, um **KEPLER** zu unterstützen. Das geht aus einem Brief hervor, den **SCHICKARDT** am 20. September 1623 an den Freund schrieb. Darin hieß es:

Kepler rechnete mühsam von Hand an seinen Rudolphinischen Tafeln. Schickard wollte ihm helfen und schrieb ihm diesbezüglich voller Freude: „Dasselbe, was Du rechnerisch gemacht hast, habe ich in letzter Zeit auf mechanischem Wege versucht und eine aus elf vollständigen und sechs verstümmelten Rädchen bestehende Maschine konstruiert, welche gegebene Zahlen augenblicklich automatisch zusammenrechnet: addiert, subtrahiert, multipliziert und dividiert. Du würdest hell auflachen, wenn Du zuschauen könntest, wie sie die Stellen links, wenn es über einen Zehner oder Hunderter weggeht, ganz von selbst erhöht bzw. beim Subtrahieren ihnen etwas wegnimmt.“

Knapp fünf Monate nach dieser Ankündigung war die Maschine fertig. Leider fiel sie einem Brand zum Opfer. Wie **SCHICKARDT**s Bemühungen ausliefen, weiß niemand. Es wird vermutet, daß er insgesamt drei Maschinen baute. Erhalten geblieben ist keine. Ob eine der Schickardtschen Maschinen von **KEPLER** benutzt worden ist, kann nicht gesagt werden.

Konstruktive Einzelheiten sind in einer Modellzeichnung vermerkt, die nach dem Schreiben an **KEPLER** von 1624 in der Stuttgarter Staatsbibliothek entdeckt wurde. Demnach war die Maschine mit einem sechsstelligen dezimalen Addierwerk mit Zehnerübertragung und mit einem Multiplizierwerk ausgerüstet. Verwendet wurden unter anderem die Napierschen Rechenstäbchen. Als technischer Mangel wird die unpräzise Verzahnung bezeichnet.

Nach diesem Entwurf, der **SCHICKARDT**s eigene Handschrift verrät, hat der Tübinger Mechaniker Pfister für das Tübinger Museum die Rechenmaschine rekonstruiert und dem Original nachgebaut.

Damit erfuhren die Leistungen eines Pioniers der mechanischen Rechenmaschinen die Würdigung, die sie verdient haben. **WILHELM SCHICKARDT** ist der Vergessenheit entrissen.

## **Josef Bürgi**

Der schweizer Mechaniker, Uhrmacher und Rechner **JOSEF BÜRGI** (1552 - 1632) war der erste, der die Logarithmen zur Lösung von mathematischen Aufgaben verwendete. Er war Mitarbeiter von Johannes Kepler und schuf im Jahr 1588 in Kassel eine Logarithmentafel, die er selbst berechnet hatte und bei seinen umfangreichen Berechnungen für Kepler verwendete. Leider veröffentlichte **BÜRGI** diese Logarithmentafel erst im Jahr 1620, obwohl es Kepler schon viele Jahre zuvor gewünscht hatte.

## **Blaise Pascal**



Blaise Pascal

Die Wiederentdeckung der Arbeiten **WILHELM SCHICKARDT**s brachte einen anderen Erfinder postum um den Ruhm, die erste mechanische Rechenmaschine konstruiert und gebaut zu haben - **BLAISE PASCAL** (1623-1662).

Diese Tatsache verringert die Verdienste Pascals in keiner Weise. Erstens war seine Additions- und Subtraktionsmaschine von 1641 ungeachtet der Experimente **SCHICKARDT**s eine Pioniertat; zweitens hat er sich als Mathematiker und als Philosoph noch durch andere Leistungen einen Namen gemacht - durch seine Arbeiten in der Wahrscheinlichkeitsrechnung, die er zusammen mit **PIERRE DE FERMAT** begründete, durch Untersuchungen in der Geometrie, der Kombinatorik, der Differential- und Integralrechnung, durch seine Gegnerschaft zu den Jesuiten als streitbarer Wortführer des Jansenismus. Der Satz von Pascal, die Pascalsche Gerade, das Pascalsche Dreieck und das Pascalsche Sechseck sind in der Mathematik zu Begriffen geworden.

Pascal kurzes Leben war ungewöhnlich. Reich an Höhen und Tiefen, in Spannung gehalten von glänzenden Talentbeweisen und anspornenden Widersprüchen, pendelnd zwischen banger Ungewißheit und berausenden Erfolgen berührte es über das Maß des Durchschnitts hinaus Pole der Gegensätzlichkeiten und gewann gerade dadurch seine Impulse und seine Kraft.

Der junge **BLAISE**, der in der behüteten Atmosphäre eines gepflegten Beamtenhauses aufwuchs, soll keine Schule besucht und alle Grundkenntnisse von seinem Vater und dessen Freunden gelernt haben. Denkbar ist das; bei den Pascals verkehrten Gelehrte, die ihre Arbeiten zur Diskussion stellten und wissenschaftliche Themen aller Art erörterten. Es wird sogar gesagt, daß dieser Salon eine der Wurzeln der im Jahre 1635 gegründeten Académie Francaise gewesen sei.

**BLAISE**s Lieblingsfach war von Anfang an die Mathematik. Die Neigung zu ihr übersteigerte das Kind so stark, daß der um Vielseitigkeit bemühte Vater besorgt wurde und die Aufmerksamkeit des Sohnes auf alte Sprachen lenkte. Doch **BLAISE**s Hauptinteresse galt nach wie vor der Geometrie und der Arithmetik und, mit etwas Abstand, der Physik.

**BLAISE**s Vater bekam einen Verwaltungsposten in Rouen, der zwar einträglich war, aber ziemlich beschwerlich und eintönig. Pascal mußte unablässig rechnen, er rechnete tagsüber und nicht selten bis in die Nacht hinein.

Das brachte **BLAISE** auf den Gedanken, eine Rechenmaschinen zu bauen. 1641, als 18 jähriger, hatte er das erste Modell fertig. Es funktionierte, doch die Bedienung erforderte überdurchschnittliche Kenntnisse, nicht nur arithmetische, sondern auch technische.

Ein Betrachter schilderte diese Maschine so:

„Sie sieht aus wie ein Messingkasten von 36 cm Länge, 13 cm Breite und 8 cm Höhe. Ihre Größe entspricht also angenähert der eines Handschuhkastens. Man kann die Maschine leicht unter den Arm tragen. Sie ist eine achtstellige Addiermaschine. Die hinteren zwei Stellen waren für das damalige Kleingeld bestimmt, die restlichen sechs für das vollwertige Goldgeld, rechts beginnend mit den Einern und links endend mit den Hunderttausendern. Jedes einzelne Außenrad der Maschine dreht man in Abhängigkeit von jeweiligen Stellenwert der zu addie-

renden Zahl um so viele Zähne, wie die Ziffer an der entsprechenden Stelle angibt. Die Räder drehen eine Ziffernscheibe, die sich im Innern der Maschine befindet. Das Ergebnis kann an einem Fenster abgelesen werden.“

Kurz nach der letzten Jahrhundertwende berichtete eine französische Zeitschrift:

„Es existieren mehr als 50 Exemplare von Pascals Maschine ... Alle diese Maschinen sind verschieden, sowohl hinsichtlich des Materials als auch hinsichtlich der Formen und der von den Einzelteilen ausgeführten Bewegungen. Für die Fertigung dieser Maschinen wurden Holz, Elfenbein, Eisen und Kupfer verwendet, wobei die Maschinen entweder gänzlich aus einem Material oder aus einer Kombination der obengenannten Materialien bestanden.“

Diese Meldung bestätigte, daß **BLAISE PASCAL** an seiner Addiermaschine, die er „Pascaline“ nannte, unbeirrt weitergearbeitet hat. Wie froh wäre er gewesen, hätte er die Unzulänglichkeiten, die der Technik insgesamt noch anhafteten, beseitigen können. Aber dazu war er nicht imstande. Es gelang ihm nur, die vorhandenen Möglichkeiten bis zum äußersten auszuschöpfen - und das war viel.

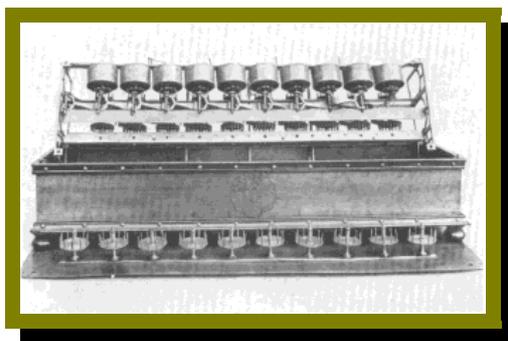
Aus der intensiven Beschäftigung mit der Mechanik zog **PASCAL** Schlüsse, die über den Zweck der Erfindung hinausgingen. Er erkannte, daß nicht nur körperliche, sondern auch geistige menschliche Arbeit bis zu einem gewissen Grade durch eine Maschine ersetzbar ist und kam zu dem zwar unkorrekten, aber für seinen Zeit bemerkenswerten Ergebnis, daß der Verstand des Menschen automatisch arbeite und das Denken einem mechanischen Ablauf ähnlich sei. Bemerkenswert deshalb, weil sich **PASCAL** damit gegen die Gültigkeit der These von der unbedingten Abhängigkeit des menschlichen Geistes von einer göttlichen Allmacht wandte - im 17. Jahrhundert eine kühne Behauptung.

Ein Mathematiker unterstrich diese Auffassung, äußerte sich aber auch kritisch über das Leistungsvermögen der Rechenmaschine: „Man muß den Gedanken **PASCALS**, besonders für seine Zeit, außerordentlich mutig nennen, weil er darauf hinauslief, gewisse Gedächtnis- und Denktätigkeiten durch mechanische Vorrichtungen zu ersetzen. Aber die kühne Idee **PASCALS** ist durch seine Maschine bei weitem noch nicht realisiert. Der langsame Gang des von **PASCAL** erdachten Mechanismus ist offensichtlich.“

**BLAISE PASCAL** wurde berühmt. Im Jahre 1649 wurde ihm ein königliches Privileg zur Herstellung von Rechenmaschinen verliehen. Eine „Pascaline“ schenkte er der Pariser Akademie. Seine Erfindung führte er so am luxemburgischen Hof, erlauchten Zuschauern vor. Es war schon eine Sensation, daß statt Menschen Räder rechneten. Legenden wurden über **PASCAL** erzählt, Hymnen priesen seine Kunst und feierten ihn als „Frankreichs Archimedes“.

Die Versuche, **PASCALS** Addiermaschine nachzubauen, sind mehr oder weniger gescheitert. Ein Engländer namens **MORLAND** soll es um das Jahr 1660 geschafft und das mechanische Gerät auf alle vier Grundrechenarten erweitert haben.

Mehrere von **PASCAL** gebaute Rechenmaschinen sind noch erhalten. Ein Originalmodell befindet sich im Mathematisch-Physikalischen Salon des Dresdner Zwingers.



Rechenmaschinen von Pascal

## Gottfried Wilhelm Leibniz



Bildnis von Leibniz

Im Jahre 1673 führte der deutsche Gelehrte **GOTTFRIED WILHELM FREIHERR VON LEIBNIZ** (1646-1716) bei der Royal Society in London eine von ihm entwickelte Rechenmaschine vor, die für alle vier Grundrechenarten geeignet war. Sie addierte, subtrahierte, multiplizierte und dividierte.

Die Erfindung machte Eindruck. **LEIBNIZ** wurde die Mitgliedschaft der Britischen Akademie der Wissenschaften verliehen.

Unabhängig von dieser Ehrung äußerten sich berühmte Wissenschaftler lobend über das Gerät. Der niederländische Physiker Christian Huygens sagte: „Mit der Maschine von **LEIBNIZ** kann jeder Schüler die schwierigsten Berechnungen durchführen.“

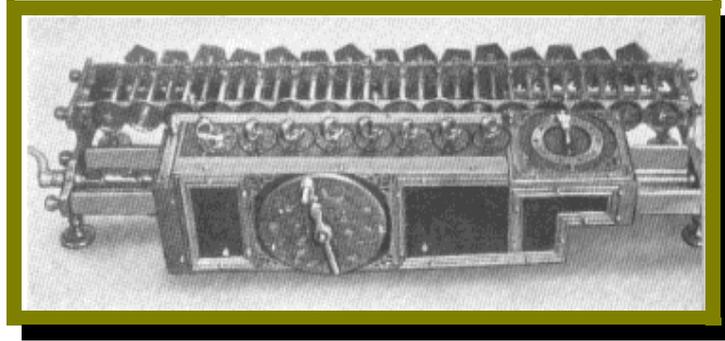
Ob das wörtlich gemeint war oder mehr die sich abzeichnenden Möglichkeiten andeutete, ist heute umstritten. Allgemein wird angenommen, daß die ersten Rechenmaschinen von **LEIBNIZ** noch keine genauen Ergebnisse lieferten. Spätere Modelle sollen voll funktionstüchtig gewesen sein.

Bei dieser Frage geht es nicht um die Fähigkeiten des Konstrukteurs, sondern einzig und allein um technische Probleme. Die Präzision der mechanischen Teile ließ zu wünschen übrig. Die Ursache dafür waren die Beschaffenheit und die Verarbeitung des Materials. Damit mußten sich die Erfinder, nicht nur die der Rechenmaschinen, wohl oder übel abfinden.

Als **LEIBNIZ** in London vor die Öffentlichkeit trat, war er erst 27 Jahre alt. Seine Reise hatte eine Vorgeschichte.

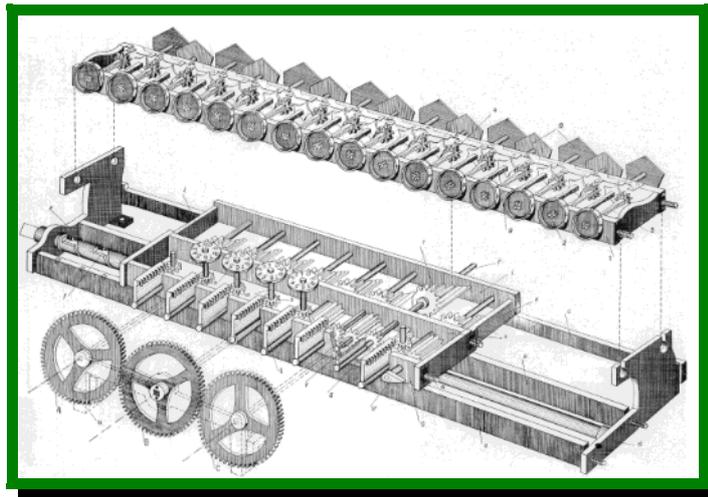
Leibniz studierte zunächst Jura, wandte sich aber bald der Mathematik zu und wurde so mit den Arbeiten **PASCALS** vertraut, auch mit dessen Addiermaschine. Sie nur zu vervollkommen, kam ihm nicht in den Sinn. Er strebte eine Lösung an, die neben der Addition und der Subtraktion (Zwei-Spezies-Maschine) auch die Multiplikation und die Division gestattete (Vier-Spezies-Maschine). 1672 arbeitete er dazu die theoretischen Grundlagen aus und nahm sofort die praktische Verwirklichung in Angriff.

Eins der Modelle, das jetzt in Hannover aufbewahrt wird, gibt Aufschluß über technische Einzelheiten.



Rechenmaschine von Leibniz:

Von **PASCAL** unterschied sich **LEIBNIZ** nicht nur durch die Ausdehnung des mechanischen Rechnens auf alle vier Grundrechenarten, sondern auch durch das technische Prinzip. Er rüstete seine Rechenmaschinen mit Staffelwalzen aus, die als Übertragungselement dienten und auf einer Hälfte mit Zähnen verschiedener Abmessungen versehen waren. Jede Walze war mit einem Zahnrad des achtstelligen Einstellwerkes verbunden. Beim Eingeben einer bestimmten Ziffer rückte das Zahnrad in Achsenrichtung bis an die Stelle, an der die Walze die entsprechende Anzahl Zähne hatte. Abgelesen wurden die Ergebnisse auf einem sechzehnstelligen Zählwerk. Eine Handkurbel ermöglichte das Drehen der Zahnräder des Einstellwerkes.



Aufbau der Leibnizschen Vierspezies-Rechenmaschine

## George Boole

Die Ideen von Leibnitz wurden später (um 1850) von **GEORGE BOOLE** in seinem Buch „The Mathematical Analysis of Logic“, aufgenommen und weiterentwickelt.

**Tafel 10:**  
Zahlenreihe im Dezimal- und Dualsystem

| Dezimal-System | Dual-System |
|----------------|-------------|
| 0              | 0           |
| 1              | 1           |
| 2              | 10          |
| 3              | 11          |
| 4              | 100         |
| 5              | 101         |
| 6              | 110         |
| 7              | 111         |
| 8              | 1 000       |
| 9              | 1 001       |
| 10             | 1 010       |
| ⋮              | ⋮           |
| 37             | 100 101     |
| ⋮              | ⋮           |
| 53             | 110 101     |
| ⋮              | ⋮           |
| 100            | 1 100 100   |

**Tafel 11:**  
Gesetze beim Rechnen mit Dualzahlen

| Addition        | Subtraktion                      |
|-----------------|----------------------------------|
| $0 + 0 = 0$     | $0 - 0 = 0$                      |
| $1 + 0 = 1$     | $1 - 0 = 1$                      |
| $0 + 1 = 1$     | $1 - 1 = 0$                      |
| $1 + 1 = 10$    | $10 - 1 = 1$                     |
| Multiplikation  | Division                         |
| $0 \cdot 0 = 0$ | $0 : 0 = \text{nicht definiert}$ |
| $0 \cdot 1 = 0$ | $0 : 1 = 0$                      |
| $1 \cdot 0 = 0$ | $1 : 0 = \text{nicht definiert}$ |
| $1 \cdot 1 = 1$ | $1 : 1 = 1$                      |

Zahlenreihe im Dual- und Dezimalsystem und die Gesetze beim Rechnen mit Dualzahlen

### **Die Rechenmaschine von Johannes Polenius**

Der Italiener **JOHANNES POLENIUS** konstruierte im Jahr 1709 eine Rechenmaschine, deren Besonderheit das Sprossenrad ist. Sprossenradmaschinen haben gegenüber Rechenmaschinen mit Staffelwalzen den Vorteil, daß eine kleinere Bauweise möglich ist. Er baute auch ein Modell von seiner Sprossenradmaschine, welches jedoch wie die Staffelwalzenmaschine von Leibnitz nicht arbeitsfähig war.

### **Die Rechenmaschine von Antonius Braun**

Während der Erfinder der Sprossenradmaschine seine Rechenmaschine aus fertigungstechnischen Gründen nicht zur Funktionsfähigkeit bringen konnte, gelang im Jahr 1727 dem mathematischen Instrumentenmacher Antonius Braun (1685 - 1728) in Wien der Bau einer arbeitsfähigen Rechenmaschine mit Sprossenrad für alle vier Grundrechenarten. Die Sprossenradmaschine von Antonius Braun kann als eine der ersten mechanischen Rechenmaschinen betrachtet werden, von der man mit Sicherheit weiß, daß sie auch voll arbeitsfähig war.

### **Von Ph. M. Hahn bis Charles Thomas**

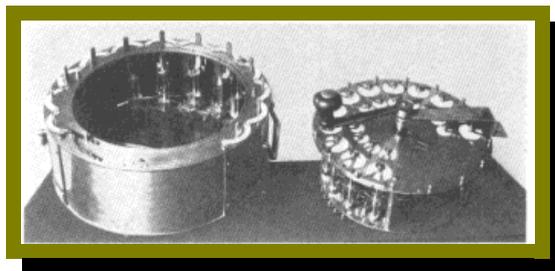
Nach **LEIBNIZ** rissen die Versuche, Rechenmaschinen zu bauen, jäh ab. Im Jahre 1709 bastelte ein **MARCHESE GIOVANNI POLENI** aus Padua an einer Sprossenradmaschine, kam aber damit nicht sonderlich zurecht.

Neu belebt wurden diese Absichten und Pläne erst wieder um 1820 von dem Franzosen **CHARLES THOMAS**. Die lange Pause unterbrach nur der württembergische Pfarrer **PHILIPP MATTHÄUS HAHN** (1739-1790), der mit dem Schweizer Mechaniker **J. CH. SCHUSTER** zusammenarbeitete und um 1775 mit einer Rechenmaschine hervortrat.



Philipp Matthäus Hahn

Seine Vier-Spezies-Maschine war nach dem Leibnizschen Vorbild mit Staffelwalzen ausgestattet. Mit der Handkurbel, die oben aus einer senkrechten Zylindertrommel herausragte, ähnelte sie einer Kaffeemühle. Die Deckplatte der Dose trug runde Ziffernplättchen, Stifte stellten die Verbindung zu dem Mechanismus her. Die Kurbel setzte die Walzen in Bewegung. Eingerichtet war die Maschine für die vier Grundrechenarten bis zu einem zehnstelligen Endergebnis. Sie soll brauchbar gewesen sein, wurde aber nur in wenigen Exemplaren angefertigt.



Rechenmaschine von Hahn, von Schuster zwischen 1789 und 1792 gebaut

**CHARLES XAVIER THOMAS** (1785-1870) entwickelte eine Rechenmaschine, um die vielen Rechner, die er in seiner Versicherungsgesellschaft beschäftigte, durch eine Rechenmaschine zu ersetzen. Sie übertrumpfte alle bisherigen Modelle und bewährte sich gut.

Mit den Staffelwalzen war das von **LEIBNIZ** erfundene Konstruktionsprinzip noch zu erkennen, aber die Präzision und damit die Funktions- und Leistungsfähigkeit unterschied sich von den Exponaten des 17. Jahrhunderts erheblich. Das erste Arithmometer von **THOMAS** vom Jahre 1820 multiplizierte zwei achtstellige Zahlen in 18 Sekunden, für die Division einer sechzehnstelligen Zahl durch eine achtstellige Zahl brauchte es 24 Sekunden. Durch weitere technische Verbesserungen wurde das Fassungsvermögen der Maschine ständig erweitert und ihre Rechengeschwindigkeit erhöht.

Arithmometer produzierte **CHARLES THOMAS** über den eigenen Bedarf hinaus fabrikmäßig. Die jährliche Fertigungszahl steigerte sich von 15 auf 100. Insgesamt wurden in seinen Werkstätten etwa 1500 Rechenmaschinen gebaut.

## 6. Der Computer wird geboren

### **Charles Babbage**

Früher hatte man als Hilfsmittel für komplizierte Rechnungen nur den Rechenstab. Da dieser aber nicht genau genug war, mußte man auf Tabellen zurückgreifen. Auf dicke Bücher mit nichts weiter als schon fertig ausgerechneten Multiplikationen, Divisionen und Logarithmen. Sie erleichterten zwar die Arbeit, aber Ablese-, Schreib- und Übertragungsfehler konnten auch weiterhin passieren. Wer konnte die Garantie geben, das die Tabellen überhaupt stimmten?

Denn auch sie waren in reiner Kopfrechenarbeit entstanden. Daher war es durchaus üblich, neue Tabellen erst einmal nach Fehlern zu durchforsten.

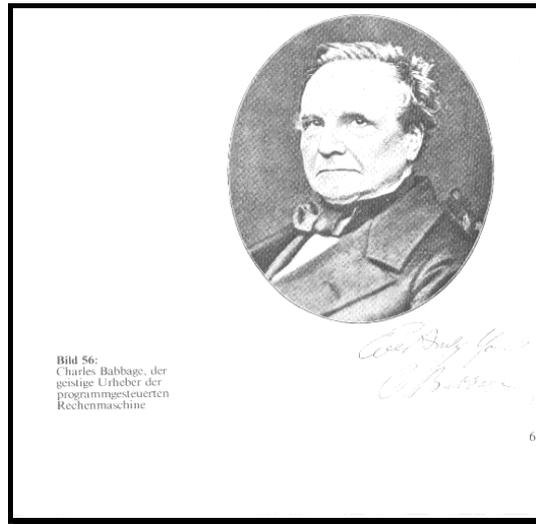


Bild 56:  
Charles Babbage, der  
geistige Urheber der  
programmgesteuerten  
Rechenmaschine

Charles Babagge

Zu dem Projekt, eine programmgesteuerte Rechenmaschine zu bauen, kam er durch seine Unzufriedenheit mit den Logarithmentafeln. Sie enthielten Fehler, **BABBAGE** wollte sie neu herausgeben.

Etwa 10 Jahre lang arbeitete er insgeheim am Modell einer automatisch addierenden Maschine, die anschließend gleich die Tabellen drucken sollte. Wie die Hilfsarbeiter in den Büros sollte sie nach einem Rechenplan arbeiten und dafür mit einer automatischen Steuerung ausgestattet sein. Jeder, der von dieser Idee erfuhr, schüttelte den Kopf. Die Mathematikerkollegen stellten sich Babbages Rechenautomaten als eine phantastisch große Maschine vor. Daß der Automat fähig sein sollte, ohne einen Bediener selbsttätig Rechenvorgänge nach einem Programm abzuarbeiten, überstieg das Vorstellungsvermögen der Menschen in jener Zeit. Die Maschine hätte ja ein Zahlengedächtnis wie ein Mensch besitzen müssen. Deshalb hielten alle Babbages Versprechungen für einen unverschämten Bluff und verhöhnten ihn selbst als „crackpot“, einen bedauernswerten Narren.

Aus den Skizzen und Beschreibungen Babbages kennen wir den Aufbau und die Funktionsweise seiner „Analytic Engine“. Dank dieser Reißbrettkonstruktionen gingen seine Gedanken, die viel später hohe Bedeutung gewinnen sollten, nicht verloren. Sie beweisen, daß er den Grundaufbau moderner Digitalrechner die heute in vielen Ländern der Welt für die Datenverarbeitung unerlässlich sind, lange bevor diese zum Einsatz kamen, erfunden hatte.



„The Analytic Engine“

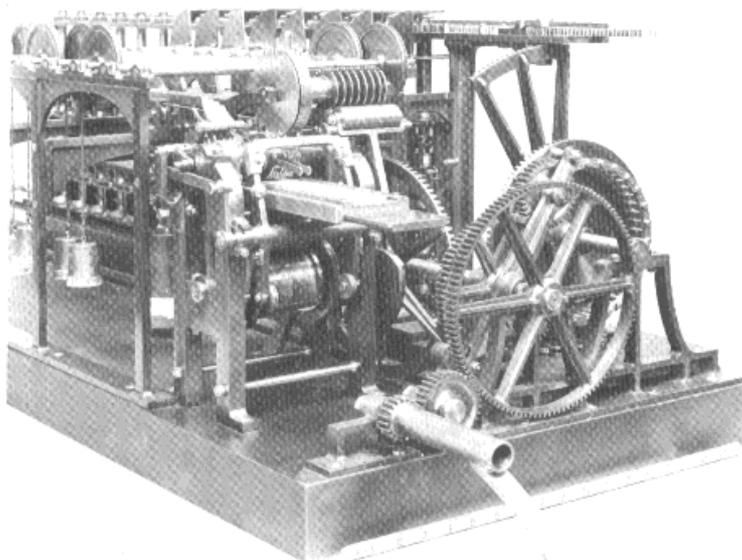
Bei seinen Untersuchungen stieß er auf die programmierten Rechenpläne des Franzosen **GASPARD C. F. PRONY** (1755-1839), die die Rechenoperationen so vereinfachten, daß sie statt von Mathematikern von Hilfskräften ausgeführt werden konnten.

Das mathematische Prinzip der Abarbeitung eines Programms hatte der französische Seidenweber Joseph Marie Jacquard (1752-1834) auf die Technik übertragen und den von Edmund Cartwright im Jahre 1785 erfundenen Webstuhl mit einer Steueranlage ausgerüstet, die den zu webenden Stoff nach einem vorbereiteten Programm mit einem Muster versah.

Zu diesem Zweck verwendete Jacquard verschiedene gelochte Karten. Scharfspitzige Nadeln tasteten die Karten ab, die Lochung steuerte die Arbeitsgänge des Webstuhls, die Codierung auf den Karten verwandelte sich in die gewünschte Musterung.

Die von Jacquard im Jahre 1805 eingeführte Steuerungsmethode wurde bald populär. Es zeigte sich, daß Lochkarten und Lochstreifen sich nicht nur für Maschinen eigneten, sondern auch für Geräte, die nicht der Produktion dienen, so für Telegrafeneinrichtungen und Musikapparate.

Eine Rechenmaschine, die durch Lochkarten so gesteuert wird, daß sie selbsttätig rechnet - das war das Ziel **BABBAGES**. 1822 baute er ein Anschauungsmodell und stellte es der Royal Society vor. Ihm wurde ohne zu Zögern finanzielle Unterstützung zugebilligt.



Babbages Difference Engine

Aller materiellen Sorgen ledig, widmete sich **BABBAGE** nun ganz der Konstruktion seiner „Difference Engine“. Diese „Differenzmaschine“ sollte vorbereitete Rechenoperationen mechanisch, ohne menschliches Eingreifen, mit Hilfe gestanzter Karten bewältigen. Die Idee nahm Gestalt an, doch **BABBAGE** gelang es nicht, die Maschine zur ersehnten vollen Funktionstüchtigkeit zu bringen.

Fast zwei Jahrzehnte plagte sich **BABBAGE**, er unterbrach die Versuche und begann von neuem. In der Royal Society schwand das Interesse, die Zuschüsse versiegt.

Er verzichtete auf die „Difference Engine“ und vertiefte sich mit Verbissenheit in eine noch schwierigere Aufgabe: die Entwicklung einer „Analytical Engine“, einer „analytischen Maschine“, die in ihrer Konzeption den Rechenautomaten des 20. Jh. ähnelte.

**BABBAGE** gliederte sie in drei Hauptteile - in einen aus Zählwerken bestehenden Speicher zur Aufnahme der Zahlen, in die „Fabrik“ zur Ausführung der Rechenoperationen und in einen Mechanismus, der die Operationen zu regeln und die Rechenergebnisse anzuzeigen hatte. Zur Steuerung waren wiederum Lochkarten vorgesehen.

Die Vorstellungen, die **BABBAGE** von seiner „Analytical Engine“ hatte, waren recht konkret. Den Speicher berechnete er für eine Aufnahme von 1 000 fünfzigstelligen Zahlen. Pro Minute schwebten ihm theoretisch folgende Rechenoperationen vor: 60 Additionen oder eine Multiplikation von zwei 50stelligen Zahlen oder eine Division einer 100stelligen Zahl durch eine 50stellige Zahl.

Doch was nützte all die kühne Phantasie, wenn die praktischen Voraussetzungen zur Realisierung fehlten. Die mechanischen Elemente, die **BABBAGE** zur Verfügung hatte, waren zu primitiv, um die Maschine zum Leben zu erwecken.

So trat ein, was **BABBAGE** hartnäckig leugnete: er war gescheitert.

Die der Zeit vorausseilenden Ideen von **CHARLES BABBAGE** sind in den Computern doch noch zur Wirklichkeit geworden - fast ein Jahrhundert nach ihm wurde die programmgesteuerte Rechenmaschine gebaut.

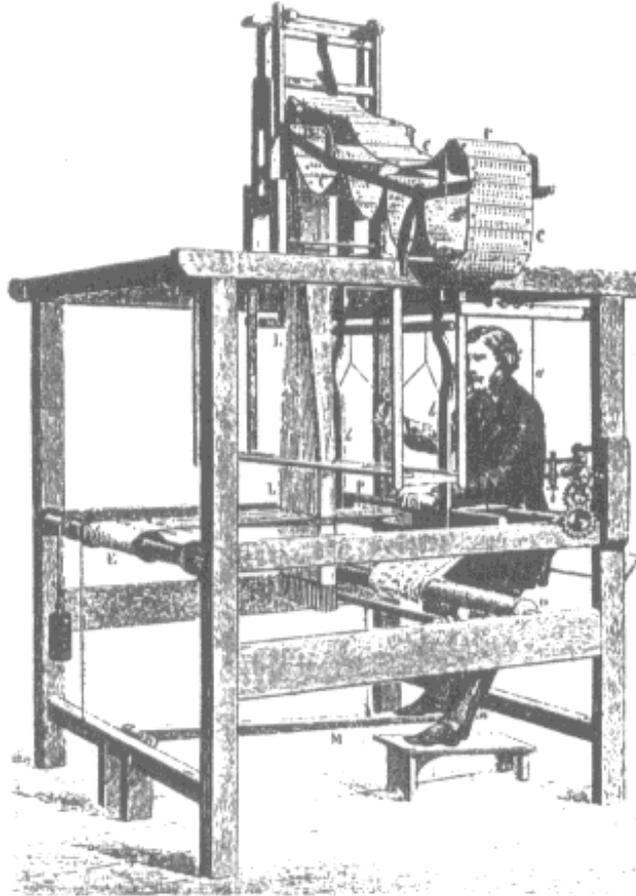
Die serienmäßige Fabrikation von mechanischen Rechenmaschinen wurde im Jahr 1821 von **CHARLES XAVIER THOMAS** aufgenommen. In Deutschland wurde die serienmäßige Herstellung von Rechenmaschinen im Jahr 1878 von **ARTHUR BURKHARDT** begonnen, der in Glashütte (Sachsen) eine Rechenmaschinenindustrie begründet hatte. Begünstigt wurde die Rechenmaschinenfabrikation durch die einsetzende Industrialisierung. Die große Zeit der Rechenmaschinen war allerdings noch nicht gekommen.

### **Die Lochkarte (Falcon, Jacquard)**

... fand bei der automatischen Steuerung von Webstühlen ihre erste praktische Anwendung. Sie wurde als Träger des Steuerprogramms verwendet und leistete einen beachtlichen Beitrag zur Rationalisierung der Webstuhlarbeit.

Der französische Mechaniker **FALCON** baute im Jahr 1728 als erster einen Webstuhl, der von Holzbrettchen mit Lochkombinationen automatisch gesteuert wurde. Diese Holzbrettchen bilden die Urform der heutigen Lochkarten, wie sie in der elektronischen Datenverarbeitung verwendet werden.

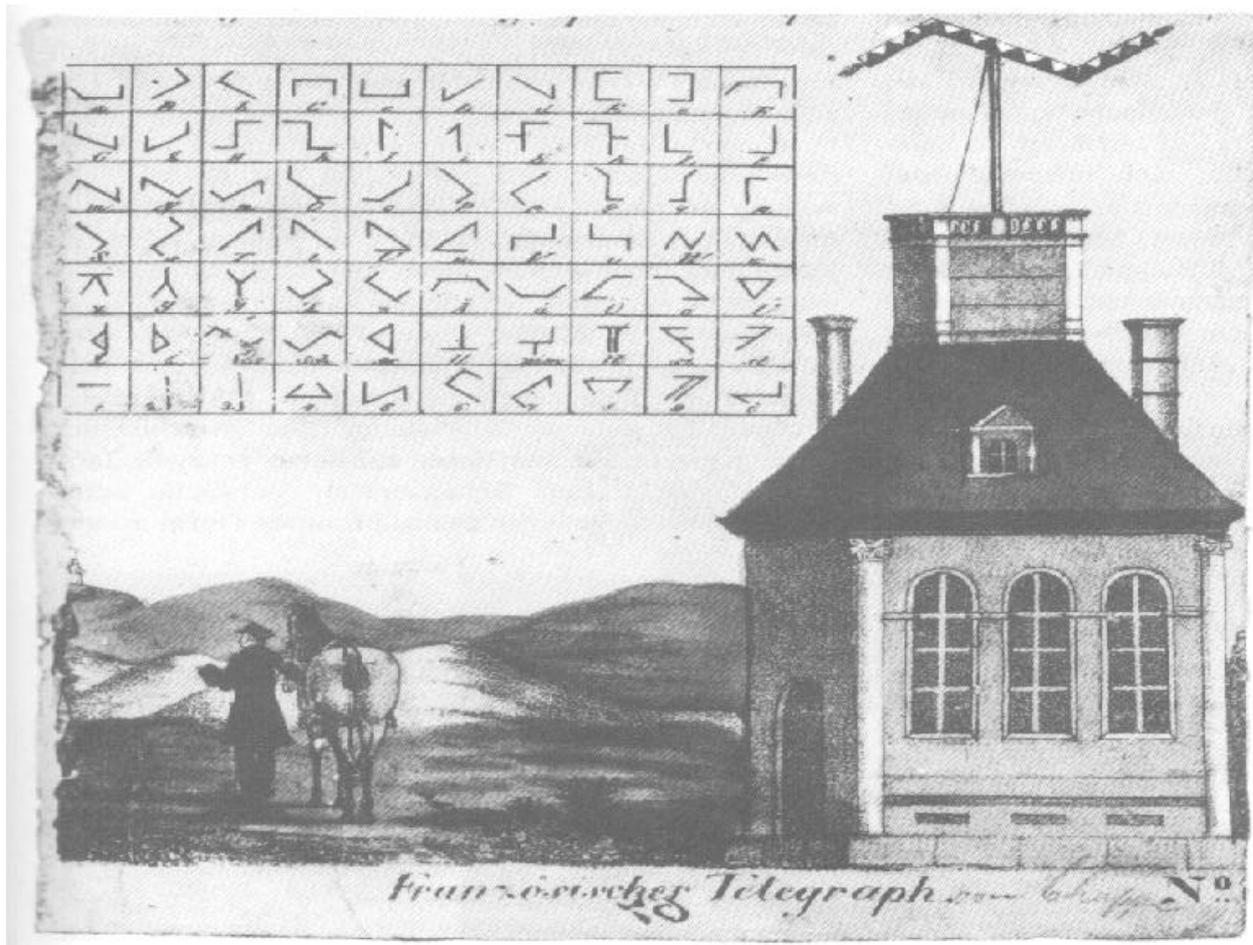
Vervollkommen wurde Falcons Erfindung von dem Franzosen **JOSEPH-MARIE JACQUARD**. Jacquard stellte im Jahr 1805 in Lyon einen Webstuhl vor, der von einem Lochkartenprogramm gesteuert wurde. Das Lochkartenprogramm bildeten mehrere aneinandergereihte Lochschablonen aus Pappe. Pappkarten zeigten gegenüber Holzbrettchen den Vorteil, daß sie handlicher, billiger und leichter lochbar waren. Mit dieser automatischen Steuerung konnten jetzt die kompliziertesten Muster von angelernten Hilfskräften gewebt werden. Im Jahr 1812 waren bereits mehr als 10000 von diesen Webstühlen mit Lochkartensteuerung im Einsatz.



Webstuhl nach Jaquard

### **Mechanisch Signalübertragung nach Claude Chappe**

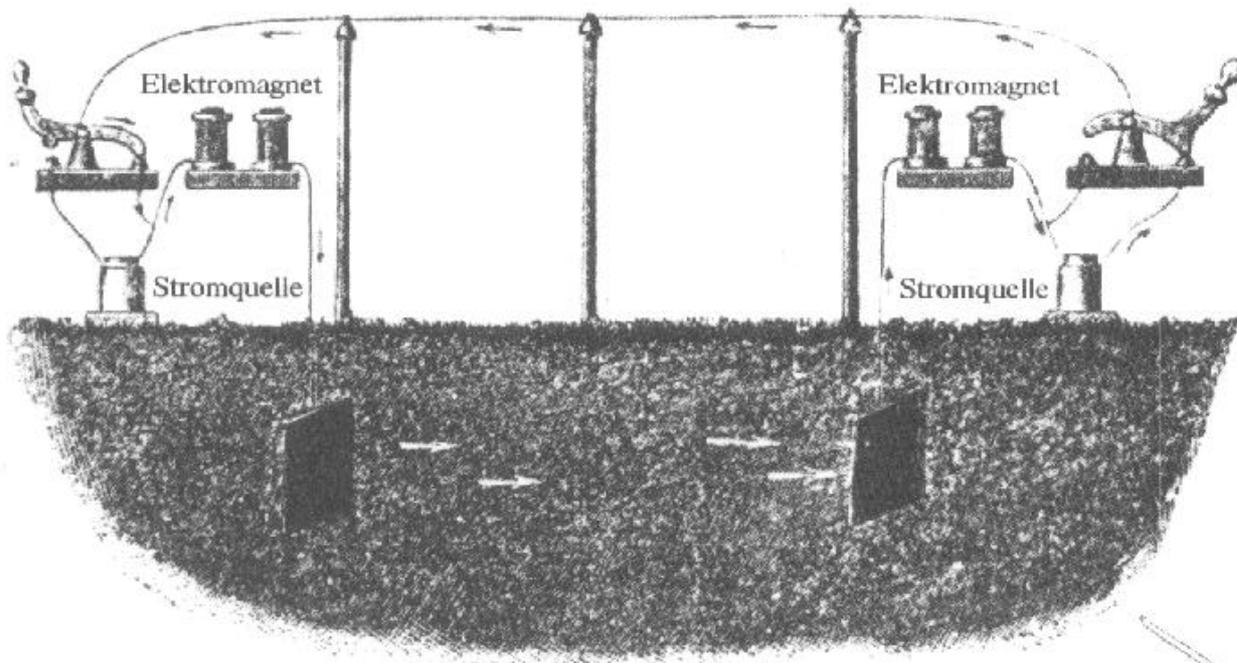
Der Bürger **CLAUDE CHAPPE**, ein ehemaliger Priester, erfand einen mechanisch-optischen Telegrafen. Er bestand aus einer Säule mit beweglichen Querbalken. Dieser trug zwei ebenfalls bewegliche Arme. Mittels über Rollen laufender Seile konnten die Arme viele verschiedene Signalbilder darstellen. Insgesamt 196. Darunter solche für große und kleine Buchstaben, Satzzeichen und Zahlen. Das Gerät stand auf Dächern und Türmen und war weithin sichtbar. Die erste Telegrafenlinie dieser Art wurde 1794 in Betrieb genommen. Sie verband Lille mit 22 Stationen mit Paris über 240 km. Für die Übermittlung einer Nachricht waren nur 6 Minuten notwendig.



französischer Zeigertelegraf nach Chappe

**Die elektrische Signalübertragung (Carl Friedrich Gauß 1777 - 1855), Wilhelm Eduard Weber (1804 - 1891))**

Im Jahre 1820 entdeckte **HANS CRISTIAN OERSTEDT** den Elektromagnetismus. Nun lag der Gedanke nahe, die magnetische Wirkung des elektrischen Stromes für die Telegraphie zu nutzen. Die Grundidee schien einfach: Ein Elektromagnet liegt mit einem Schalter und einer elektrischen Stromquelle in einem Stromkreis. Der Schalter dient als Zeichengeber, der Elektromagnet als Zeichenempfänger. Mit Hilfe des Schalters, des Gebers, öffnet und schließt der Telegrafist den Stromkreis. Bei geschlossenem Kreis fließt Strom durch die Drahtwicklungen des Elektromagneten und baut dort ein Magnetfeld auf. Wird der Stromkreis unterbrochen, bricht das Magnetfeld zusammen. Auf diese Weise könnte man über große Entfernungen hinweg Magnetnadeln, Lichtzeiger oder Hebel in bestimmter Weise bewegen, also verabredete Zeichen übermitteln.

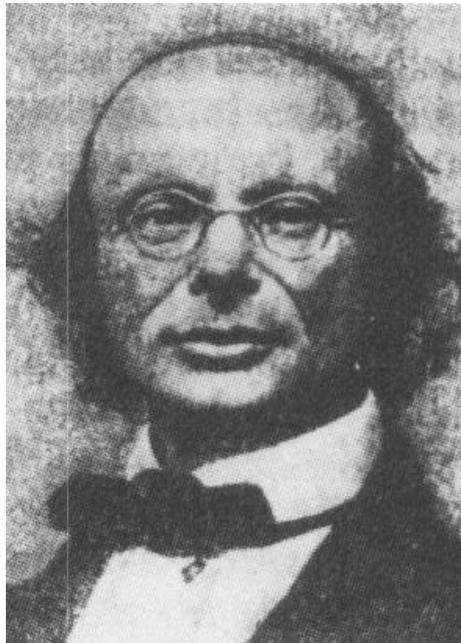


Prinzip des elektrischen Zeigertelegraphen

Den ersten brauchbaren Telegrafen schufen 1833 zwei befreundete Wissenschaftler, der Mathematiker **CARL FRIEDRICH GAUß** und **WILHELM EDUARD WEBER**. Sie verbanden ihre Laboratorien, die einige Kilometer voneinander entfernt lagen, durch eine doppelte Drahtleitung. Dann schickte Gauß den Labordiener auf den Weg und sandte an Weber das erste Telegramm: «Michelmann kommt.»



Carl Friedrich Gauß



Wilhelm Weber

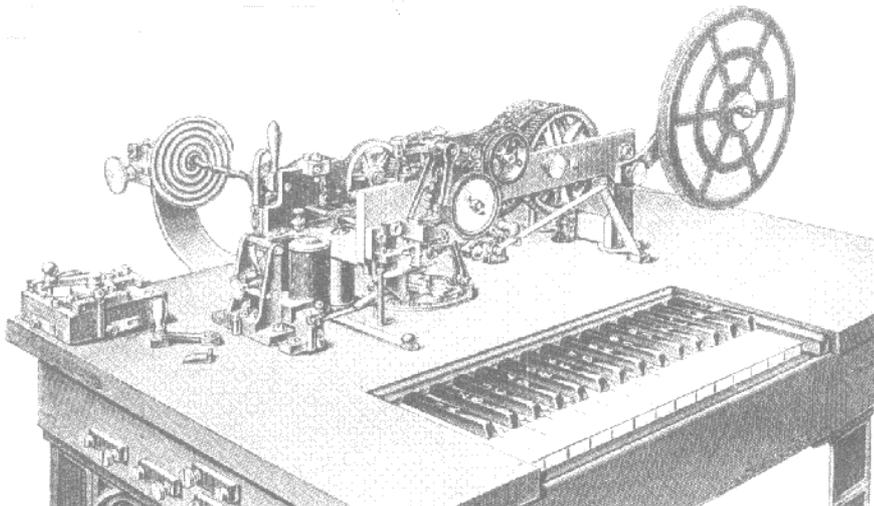
### **Die Telegrafie - Samuel Morse (1791 - 1872) und Edward Hughes**

Die entscheidende Idee zu einem robusten, kaum störanfälligen elektrischen Schreibletografen, der sich weltweit durchsetzte, hatte der nordamerikanische Maler **SAMUEL MORSE**. Auf einer Schiffsreise hörte er von den vielen Versuchen, brauchbare Telegrafen zu schaffen. Da er kaum über wissenschaftliche Kenntnisse verfügte, studierte er zwei Jahre lang Physikbücher. Seine ersten versuche schlugen fehl, aber im Jahre 1837 entwickelte er mit einigen technisch

begabten Freunden den nach ihm beannten Morseapparat: Der Zeichengeber war die sogenannte Mosretaste, ein Hebel, der beim Niederdrücken einen Stromkreis schloß. Als Empfänger diente ein Schreibapparat, dessen Elektromagnet bei geschlossenem Stromkreis einen Schreibstift gegen einen vorbeilaufenden Papierstreifen drückte. So konnte man kurze und lange Striche zeichnen.



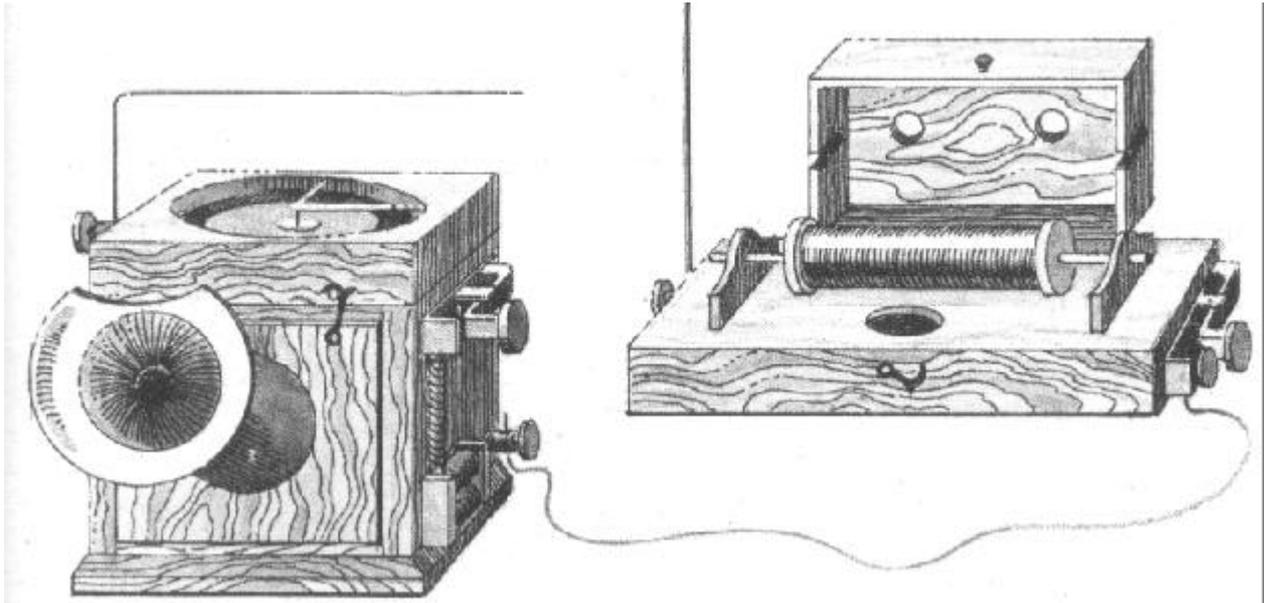
Samuel Morse



Typendrucker-Telegraf aus dem Jahre 1855 nach Edward Hughes

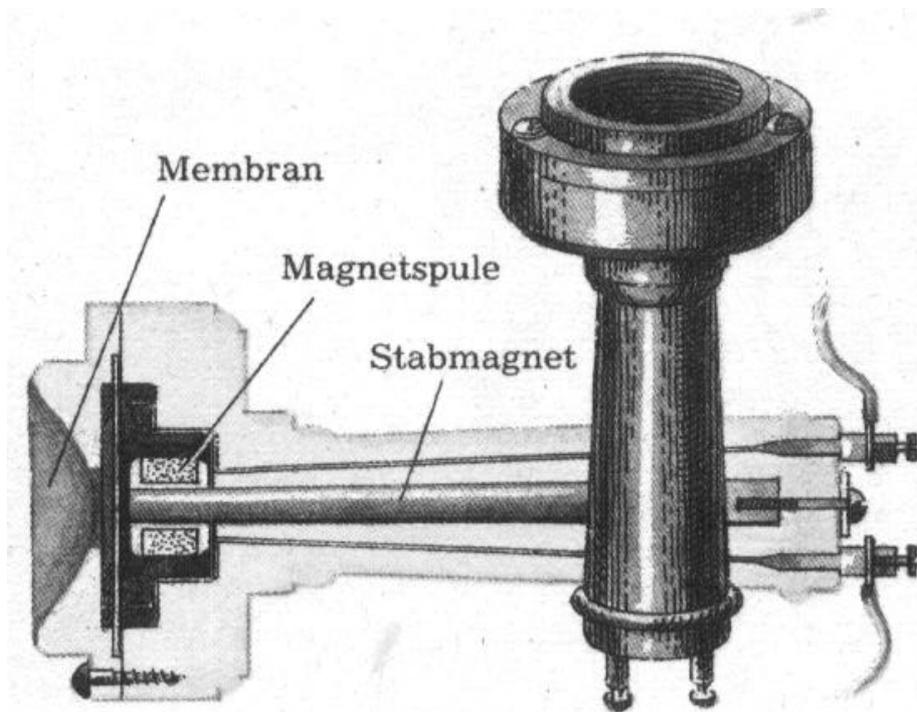
### **Das Telephon als Medium zum Übertragen elektrischer Schwingungen**

Der erste Schritt zur Verwirklichung des Erfinderttraumes, die menschliche Stimme zu übertragen, gelang **JOHANN PHILLIPP REIS** (1834 -1874), einem kränklichen, in dürftigen Verhältnissen lebenden Lehrer.



Telefon nach Johann Philipp Reis (Verkaufsmodell von 1863 (rechts der Geber, links der Stricknadelempfänger mit Resonanzboden

Weitergeführt wurde die Erfindung von **REIS** durch den in Schottland geborenen **ALEXANDER GRAHAM BELL** (1847 -1922), der während seines Studiums an der Universität Edinburgh einen **REISSchen** Apparat kennengelernt hatte.



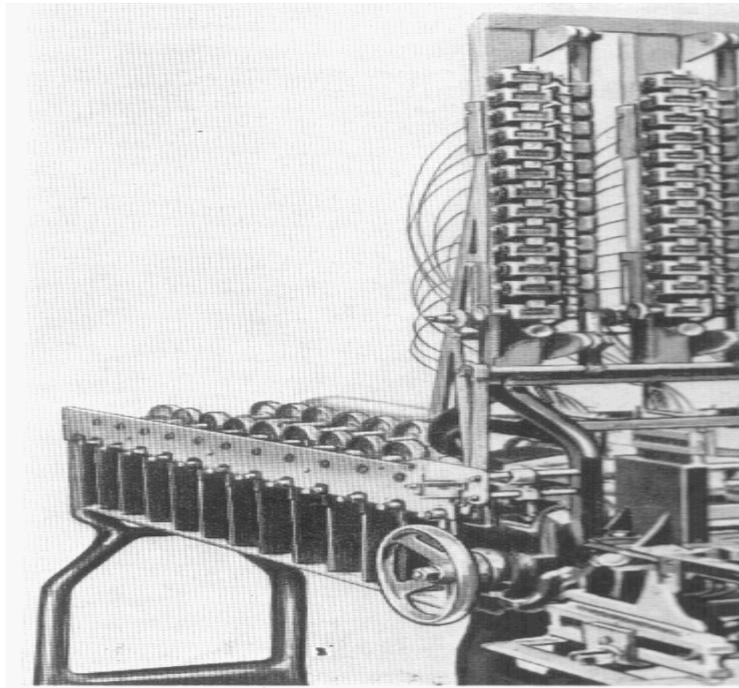
Telephon von Alexander Graham Bell, patentiert 1876

### Hermann Hollerith

**HOLLERITH** ermöglichte der Lochkartentechnik den entscheidenden Durchbruch zu einer breiten Anwendung. Das ärgste Hemmnis für die Lochkartentechnik war die rein mechanische Arbeitsweise gewesen. Diesen Nachteil merzte Hermann **HOLLERITH** aus, indem er sich den

Schwachstromtechnik bediente und seine Konstruktion auf eine elektromechanische Grundlage stellte.

Er ersetze die Spitzen, die die Lochkarten abtasteten, durch elastische Bürsten aus dünnen Drähten. Sobald Löcher an den Bürsten entlangglitten, wurden Stromkreise geschlossen. Elektrische Impulse übertrugen die auf den Lochkarten codierten Zahlen auf die Zahnräder des Rechenwerks.



Holleriths Tabelliermaschine

Die Rechenoperationen, die nach dieser Methode durchführbar waren, bestanden in Addition, im Summieren und im Registrieren von Zahlen. Für die Auswertung der amerikanischen Volkszählung im Jahre 1890 war das Ideal. Das Zusammenfassen der Einzelergebnisse aus allen Teilen des riesigen Landes hatte früher sieben Jahre in Anspruch genommen, mit Hilfe der Lochkartenmaschinen des Ingenieurs **HOLLERITH** dauerte es nur noch ein Jahr und war außerdem billiger.

Fragte man Hollerith danach wie er denn zur Erfindung der Volkszählungsmaschinen gekommen sei, so antwortete er mit dem Wort: **Chicken** also Hühnchen. Die Auflösung dieses Orakels führt nach einer langen Geschichte, die man zur Erklärung kennen muß, tatsächlich zum wahren Grund: Auf einer Party des Rudervereins lernte Hollerith eine junge Dame kennen, die ihm am kalten Buffet erklärte, daß der Hühnersalat ihrer Mutter viel besser schmecken würde. Es folgte eine Einladung, bei der Hollerith den Vater der jungen Dame kennenlernte. Dieser war bei der Volkszählungsbehörde beschäftigt und er erzählte von den Problemen bei der Abwicklung des Datenmaterials. Also Grund für die Erfindung: **Chicken**, das Elementarteilchen in der Geschichte. Oder eine zweite Geschichte, die ähnlich codiert auf den Kern des Problems führt. Befragte man Hollerith nach der Idee, die zur Erfindung der Lochkarten führte, so war die verblüffende Antwort: **Railway**, also Eisenbahn. Auch hierzu die Auflösung: Hollerith fuhr einmal mit der Eisenbahn von der Ostküste Amerikas zur Westküste. Dabei beobachtete er die Schaffner, die sich beim Lochen der Fahrkarten ein bestimmtes System ausgearbeitet hatten. Um Falsch- oder Schwarzfahrer erkennen zu können, knipsten sie etwa bei einem Barträger links oben ein Loch. Ein Dunkelhaariger wurde in der Mitte markiert, ein **Blonder**. . .

| Nr. 18 Deutsche Hollerith Maschinen-Ges. m. b. H. | PERSONENSTATISTIK |    |      |           |           |   |            |   |    |            | HAUSHALTUNGSSTATISTIK |       |      |            |   |           |   |        |   |          | WOHNUNGSSTATISTIK |            |   |        |     |   |    |            |       |              |            |
|---|-------------------|----|------|-----------|-----------|---|------------|---|----|------------|-----------------------|-------|------|------------|---|-----------|---|--------|---|----------|-------------------|------------|---|--------|-----|---|----|------------|-------|--------------|------------|
|   | Zählort           |    |      | G.u.F.St. | Geb. Jahr |   | Arbeitsort |   |    | Beruf.d.V. | Ehef.                 | Kind. |      | näh. Vorw. |   | Gev. Ger. |   | Mieter |   | Dienstb. |                   | and. Pers. |   | Größe  | ART | F | D  | Wohn-räume | Küche | Schlaf-räume | Sensl. St. |
|   | O.                | A. | Gem. |           | X         | < | X          | n | O. |            |                       | A.    | Gem. | m          | w | m         | w | m      | w | m        | w                 | m          | w |        |     |   |    |            |       |              |            |
| 0   | 0                 | 0  | 0    | M         | 0         | 0 | 0          | 0 | 0  | 0          | 0                     | 0     | 0    | 0          | 0 | 0         | 0 | 0      | 0 | 0        | 0                 | 0          | 0 | G      | ●   | 0 | K  | 0          | 0     | ●            |            |
| 1   | 1                 | 1  | 1    | W         | 1         | 1 | ●          | 1 | 1  | 1          | 1                     | ●     | 1    | ●          | 1 | 1         | ● | 1      | ● | 1        | 1                 | 1          | 1 | M      | 1   | 1 | AK | 1          | 1     | 1            |            |
| 2   | 2                 | 2  | 2    | 2         | 2         | 2 | 2          | ● | 2  | 2          | 2                     | 2     | 2    | 2          | 2 | 2         | 2 | 2      | 2 | 2        | 2                 | 2          | 2 | DG     | 2   | 2 | OK | 2          | 2     | 2            |            |
| 3   | 3                 | 3  | 3    | 3         | 3         | 3 | 3          | 3 | 3  | 3          | 3                     | 3     | 3    | 3          | 3 | 3         | 3 | 3      | 3 | 3        | 3                 | 3          | 3 | ●      | 3   | 3 | 3  | ●          | 3     | 3            |            |
| 4   | 4                 | 4  | 4    | 4         | 4         | 4 | 4          | 4 | 4  | 4          | 4                     | 4     | 4    | 4          | 4 | 4         | 4 | 4      | 4 | 4        | 4                 | 4          | 4 | GM     | 4   | ● | 4  | 4          | 4     | 4            |            |
| 5   | 5                 | 5  | 5    | 5         | 5         | 5 | 5          | 5 | 5  | 5          | 5                     | 5     | 5    | 5          | 5 | 5         | 5 | 5      | 5 | 5        | 5                 | 5          | 5 | DGM    | 5   | 5 | 5  | 5          | 5     | 5            |            |
| 6   | 6                 | 6  | 6    | 6         | 6         | 6 | 6          | 6 | 6  | 6          | 6                     | 6     | 6    | 6          | 6 | 6         | 6 | 6      | 6 | 6        | 6                 | 6          | 6 | Eig.   | 6   | 6 | 6  | 6          | 6     | 6            |            |
| 7   | 7                 | 7  | 7    | 7         | 7         | 7 | 7          | 7 | 7  | 7          | 7                     | 7     | 7    | 7          | 7 | 7         | 7 | 7      | 7 | 7        | 7                 | 7          | 7 | Dienst | 7   | 7 | 7  | 7          | 7     | 7            |            |
| 8   | 8                 | 8  | 8    | 8         | 8         | 8 | 8          | 8 | 8  | 8          | 8                     | 8     | 8    | 8          | 8 | 8         | 8 | 8      | 8 | 8        | 8                 | 8          | 8 | Miet   | 8   | 8 | 8  | 8          | 8     | 8            |            |
| 9   | 9                 | 9  | 9    | 9         | 9         | 9 | 9          | 9 | 9  | 9          | 9                     | 9     | 9    | 9          | 9 | 9         | 9 | 9      | 9 | 9        | 9                 | 9          | 9 | ●      | 9   | 9 | 9  | 9          | 9     | 9            |            |

**1910**

**Volkszählung**

Ist Wohnung übervollt?

**Die Lochkarte nach dem Muster Holleriths**

Die enorme Zeitverkürzung ließ nicht nur in der USA aufhorchen. Die Kunde von dem elektromechanischen Lochkarten-Verfahren verbreitete sich schnell. Der Erfolg spornte den Erfinder an, sich neuen Konstruktionen zuzuwenden.

Die von **HERMANN HOLLERITH** entworfenen und gebauten Tabellier- und Sortiermaschinen waren keine Rechenmaschinen im bisherigen Sinne. Mit ihrer sperrig-eckigen Unförmigkeit hatten sie mit den vergleichsweise handlichen Modellen der Staffelwalzen- und der Sprossenrad-Typen nichts gemein. Die Lochkarten- und die Elektrotechnik, die für sie, durch Zahnräder und andere mechanische Bauteile komplettiert, die entscheidenden Komponenten waren, bedingten diese spezielle Struktur.

Nur in Verbindung mit der Elektrizität konnten die Lochkarten für die Rechentechnik voll genutzt werden. Deshalb geriet auch ein anderer Erfinder namens **POWERS**, dessen Verfahren auf rein mechanischen Prinzipien beruhten, in **HOLLERITHS** Schatten.

**HERMANN HOLLERITH** starb 1929. Einen Teil des Siegeszuges des nach ihm benannten Systems und der von ihm geschaffenen Maschinen erlebte er noch mit.

Lochkartenmaschinen verschiedener Art - darunter Addiermaschinen, Sortiermaschinen, Tabelliermaschinen, Kartendoppler und Rechenlocher - wurden nach und nach für die Wirtschaft und Verwaltung unentbehrlich. Technische Vervollkommnungen steigerten ihre Leistung und ihre Arbeitsgeschwindigkeit immer mehr.

Durch ihre vielseitige Verwendbarkeit und durch die Möglichkeit, manuelle und geistige Arbeitsgänge zu mechanisieren, wuchsen die Lochkartenmaschinen über ihre ursprüngliche Aufgabe, zu zählen und zu rechnen, allmählich hinaus, sie bekamen auf ihren Anwendungsgebieten einen fast universellen Charakter. Die Bedeutung der Lochkarte, des aus ihr hervorgegangenen Lochstreifens und der Lochkartenmaschinen wird durch die Tatsache unterstrichen, daß sie durch die elektronischen Rechenautomaten, die die Rechentechnik revolutionierten, keineswegs überflüssig wurden. Sie bewahrten, teilweise auf elektronischer Basis, ihre Eigenständigkeit und bereicherten gleichzeitig die Computertechnik.

Lochkarten und Lochstreifen bewährten sich als Informationsträger im Ein- und Ausgabewerk elektronischer Datenverarbeitungsanlagen. Lochkartenmaschinen lassen sich durch kleinere Elektronenrechner so ergänzen und kombinieren, daß sie mit diesen eine Einheit bilden, deren Leistungsfähigkeit auch höheren Ansprüchen gerecht wird.

**HERMANN HOLLERITH** legte mit seinen zwischen 1882 und 1890 entstandenen ersten Sortier- und Tabelliermaschinen den Grundstein. Die Bewegung, die seine Erfindung auslöste, und die rechentechnische Umwälzung, zu der sie beitrug, hat er in seinen kühnsten Träumen nicht ahnen können.

## Louis Couffignal

In Frankreich arbeitete der im Jahre 1902 geborene Mathematiker **LOUIS COUFFIGNAL**, der Dozent an einer Seefahrtsschule war und 1939 im **PASCAL-FORSCHUNGSINSTITUT PARIS** ein Laboratorium für mechanisches Rechnen gründete, intensiv an theoretischen und praktischen Fragen von Rechenautomaten. 1936 wurde ihm ein Weltpatent für eine Rechenmaschine verliehen, von der man allerdings nichts mehr hörte. Das bedeutet nicht, daß er gescheitert war. **COUFFIGNAL** trat besonders nach 1945 mit wissenschaftlichen Veröffentlichungen und eigenen Konstruktionen hervor und wurde Präsident der Internationalen Assoziation für Kybernetik.

## A. M. Turing

1936 - 10 Jahre vor dem ersten Elektronischen Rechner verfaßt **TURING** eine Arbeit über Rechenautomaten. Darin beschrieb er, wie im Prinzip eine Rechenmaschine auszusehen habe, die alle Rechnungen ausführen könnte die auch ein Mensch zu rechnen in der Lage war.

Während des Krieges kam er zu der Überlegung, daß wenn eine Maschine mit Zahlen operieren konnte, sie auch, natürlich Schritt für Schritt, Buchstabenfolgen nach bestimmten Regeln bearbeiten konnte. Durch seine theoretischen Kenntnisse wurde er im Krieg zu einem der wichtigsten Mitarbeiter des britischen Nachrichtendienstes. Die Amerikaner hatten noch ihre Probleme mit dem Schießtabellen, da versuchte **TURING** schon verschlüsselte deutsche Funksprüche zu enträtseln. Diese Funksprüche waren durch die Codiermaschine **ENIGMA** verschlüsselt worden. Sehr wichtige Informationen waren durch die **LORENTZ**maschine codiert worden. Diese Maschine wechselte ständig ihren Code. **TURING** erkannte, das diesem Problem nur durch einen Rechner beizukommen war. Und der wurde nach seinen Vorgaben gebaut.

**COLOSSES** - der elektronische Riese. Als er 1943 die deutschen Codes zu entschlüsseln begann, wurde der amerikanische **ENIAC** gerade erst auf dem Papier entworfen. **ENIAC** sollte als reiner Rechner arbeiten. In **COLOSSES** waren auch die Gedankengänge eines Codeknackers programmiert. **COLOSSES** gewährte große Einblicke in die militärischen Absichten der deutschen Seite. Die deutschen Funksprüche waren den Briten nun offen zugänglich. Informationen über **COLOSSES** gelangten erst 30 Jahre nach Kriegsende Informationen an die Öffentlichkeit. Für **TURING** war ein Computer nicht nur zum Rechnen.

Ein Zitat **TURINGS** vor Schülern:

„Laßt mich den Computer mit unserem Gehirn vergleichen! Das Gehirn sieht aus wie Haferbrei, gleiche Farbe und Struktur. Der Computer dagegen ist so groß wie mehrere Garderobenschränke; aus Metall, hochkompliziert, mit vielen Röhren und Kondensatoren. Also absolut keine Ähnlichkeit mit kaltem Haferbrei. Doch beim Gehirn zählt nur seine Fähigkeit, nicht die graue Masse. Genauso beim Computer: Nur seine Logik zählt! Und die ist sehr einfach. Er kann Anweisungen verstehen und nach Plan ausführen. Was er tun soll, muß man nur aufschreiben - in einer Sprache, die der Computer versteht. Das ist das Programm. Aber es gibt Leute, die sagen: Der Computer kann nur das tun, was wir ihm gesagt haben. Das ist am Anfang so; aber der Computer wird selbst lernen! Nehmen wir als Beispiel Schach: Dann muß er Erfahrungen sammeln, welche Züge zum Sieg führen - und welche zur Niederlage. Letztere müßte er meiden. Bald wäre nicht mehr zu erkennen, nach wessen Strategie er spielt. Dann wäre es unfair zu sagen, seine Strategie habe er von uns. Sollte man dem Computer also Intelligenz zubilligen oder nicht? Ich meine: Wir müssen es!“

Das königliche Brettspiel mit seinen klar definierten Regeln, die dem Spieler dennoch Raum für vielfältige Entscheidungen und strategische Kreativität lassen, wurde zum Maßstab des von **TURING** vorgedachten universellen Computers.

**TURING** ging mit einer einzigartigen Besessenheit Probleme an, so als ob sich vor ihm noch niemand damit beschäftigt hätte. Er überlegte sich, was man nach dem Krieg alles machen könnte. Rechner bauen, das war allein ja schon eine tolle Vorstellung, aber nicht nur für numerische Aufgaben, sondern für Probleme die mit Zahlen nichts mehr zu tun haben. Für Pro-

zesse, die mit dem Denken selbst zusammenhängen, schließlich sogar lernfähige Maschinen. Von der Öffentlichkeit wurden solche Ideen natürlich mit Interesse aufgenommen. Einzig seine Kollegen begriffen nicht. Man arbeitete damals an ACE, auch **TURING** wurde an dem Projekt beteiligt. Aber in seinen Augen würde der neue Rechner kaum ein As, geschweige denn ein Treffer werden, war er doch nur wieder für die allgemeine Forschungsroutine konzipiert. Deshalb verließ **TURING** die Arbeitsgruppe und ging an die UNI von Manchester.

Dort griff er seine Idee wieder auf, einen Computer auch mit nicht mathematischen Problemen zu füttern. Mit kleinen, etwas wirren Texten konnte die Maschine bald auf **TURINGS** Bemühen reagieren. Aber wenn man der Maschine eine gewisse Intelligenz zusprechen wollte, dann mußte sie nach seiner Meinung schon einen härteren Test standhalten, den **TURING** 1950 skizzierte. Per Tastatur, über Fragen und Antworten mußte man herauszubekommen versuchen, ob der Dialogpartner im anderen Raum ein Mensch oder eine Maschine ist. Man hat 5 Minuten Zeit zum fragen, wenn man dann weniger als 70 % sicher ist, das da drüben eine Maschine ist, dann mußte man dem Computer schon eine gewisse Intelligenz zugestehen.

Das ist oft mißverstanden worden. **TURING** hat nicht gesagt, das die Maschine genauso intelligent ist wie ein Mensch, sondern nur, das man ihr eine gewisse Intelligenz nicht absprechen könne. Er war davon überzeugt, das bis zum Jahr 2000 ein solcher Dialog möglich sein werde. Die sogenannte Computerrevolution hat **TURING** nicht mehr erlebt.

## 7. Der Computer gewinnt Kontur

### Konrad Zuse

Berlin Anfang der 30er Jahre. Die unseligen Zeiten des Dritten Reichs standen Berlin und der Welt noch bevor. Aber das Zeitalter des Computers hatte hier bereits seinen Anfang genommen. Ein bis dahin unbekannter Ingenieurstudent, ein gewisser **KONRAD ZUSE**, knobelte an einem neuen technischen Konzept, wie der Maschine das Rechnen beigebracht werden konnte. Sein Motiv dafür war nicht neu. **KONRAD ZUSE** sagte selbst: „**Man kann es so sagen, ich war zu faul zum rechnen und erfand den Computer.**“

**ZUSE** war klar, seine Maschine würde sich von den klassischen, in ihrer Funktion auf einen einzigen Zweck ausgerichteten Maschinen, grundlegend unterscheiden. Variabilität war für den Computer eine Vorbedingung, wenn sie es mit dem Menschen aufnehmen wollte. Und dessen Künste bestanden im Prinzip darin, mit einigen wenigen Grundoperationen, Regeln und Zeichnen eine unglaubliche Vielfalt an Aufgaben bewältigen zu können, zwischen Hochrechnungen und astronomischen Positionsbestimmungen. Dementsprechend, so schloß **ZUSE**, mußte seine Maschine auch aus einfachen Grundelementen aufgebaut sein. Und ihre funktionellen Verknüpfungen sollten sich der jeweiligen Aufgabe leicht anpassen lassen. Mit welchen Elementen war das möglich?

Vor 100 Jahren stand **BABBAGE** noch nicht das mechanische Relais zu Verfügung. Vorversuche hatten **ZUSE** bereits darauf gebracht, seine Maschine zweckmäßiger Weise in einem anderen Zahlensystem arbeiten zu lassen, im Binärsystem. So konnte man auch im Binärsystem rechnen. Doch das war **ZUSE** mit seiner legendären Z 1 (1937), seiner ersten Rechenanlage mit drei mechanischen Elementen, nur unbefriedigend gelungen.

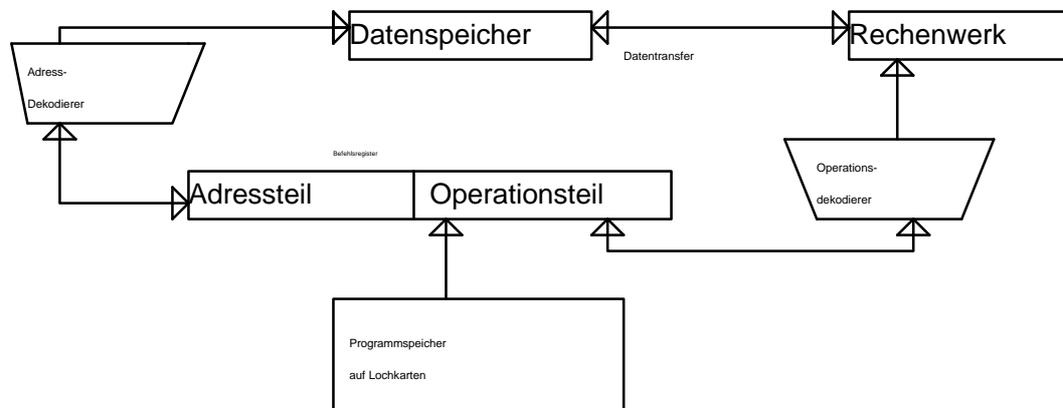
Mit Unterstützung der Eltern hatte er jedoch weiterarbeiten können, solange die Zeit es zuließ, bis ins Jahr 1939, bis **ZUSE** seine Einberufung bekam. Doch man hielt es bald für sinnvoller, das **ZUSE** sein Rechnerprojekt weiterführte. Jetzt mitfinanziert von der Wehrmacht. Die Z 2 war wegen der Einberufung nicht zum Abschluß gekommen. So ging **ZUSE** jetzt an die Z 3, die erste programmierbare Version eines Rechners. Die Programmsteuerung entsprach dem Konzept von **BABBAGE**. Obwohl **ZUSE** es damals nicht gekannt hatte. Statt Pappen taten es auch ausgemusterte Filmstreifen. Materialknappheit machte erfinderisch. 1941 wurde das Jahr, in dem der erste programmgesteuerte Rechner der Welt funktionierte. Als logische

Schaltelemente verwendete **ZUSE** wie schon in der Z 2 Relais. Die sich bewährten, aber recht langsam waren. Eine Multiplikation dauerte 3 bis 5 Sekunden.

Ein schnelleres Schaltelement mußte her. Was sich anbot, war die Elektronenröhre, ein Massenartikel aus der Rundfunktechnik. Hier wurde sie vor allem als Verstärkerelement verwendet, konnte aber auch, wie das Relais, als blitzschneller Ein- Ausschalter verwendet werden. So kann man mit der Röhre 1000 bis 2000 mal schneller sein als mit dem besten Relais. **HELLMUT SCHREYER**, ein Mitarbeiter von **ZUSE**, hatte als erster die Vision von einem vollelektronischen Rechenautomat.

Daten der Z 3

- Relais im Rechen- und 2000 Relais im Speicherwerk
- Rechengeschwindigkeit: 15 Additionen pro Sekunde
- konnte im Speicherwerk 64 Zahlen zu 22 Dualstellen „behalten“

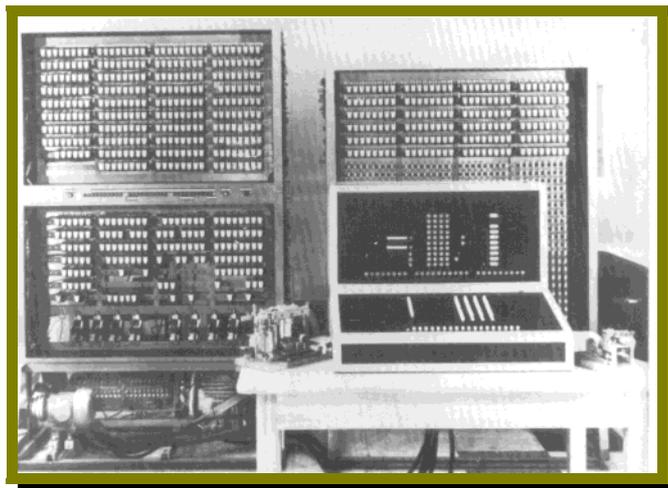


Rechenablauf im ZUSE-3-Rechner

Mit Röhren ließ sich also sehr schnell rechnen. Und nach Meinung von **ZUSE** und **SCHREYER** wäre ein Rechner mit Elektronenröhren in ein bis zwei Jahren auf die Beine zu stellen gewesen. Die oberste Führung zeigte jedoch wenig Interesse. Hitler plante den Krieg in zwei Jahren gewonnen zu haben. Und so brachte sich Nazideutschland um den Ruhm, den ersten vollelektronischen Rechner der Welt zu besitzen. Durch den Krieg wurde von **ZUSE**s Erfindungen im Ausland nichts bekannt.

**KONRAD ZUSE** im September 1995 zur Ehrenbürgerschaft in Spremberg, wo er das Gymnasium besuchte:

*K. ZUSE auf Sylt: „... als ich mit bei einem Strandkorbverleiher einen Strandkorb auslieh und diesen besetzt vorfand - sogar ein weiterer Mieter hinzukam, beschwerte ich mich bei dem Verleiher. Er erwiderte: 'Was wollen Sie, früher ging alles klar - jetzt verwalten wir die Strandkörbe über dem Comuter und nichts klappt mehr. Man sollte den Erfinder des Computers mit einem nassen Handtuch erschlagen!'„*



Erster programmgesteuerter Relais-Rechner Z 3 (Nachbau, Aufstellung Deutsches Museum München)

1945 folgte die **Z4** des von **KONRAD ZUSE**. Er und **AIKEN** hatten beide die ersten Computer gebaut, ohne voneinander zu wissen.

1940 hatte **ZUSE** die dann mehrheitlich zu Siemens gehörende **ZUSE KG** gegründet für die er später noch weitere Anlagen baute. Nach dem Krieg zählte sie zu den ersten Firmen, die in Deutschland wieder Computer herstellten.

### **Complex-Number Computer**

1940 entwickelt **GEORGE R. STIBITZ** den Rechner für Komplexe Zahlen (**COMPLEX-NUMBER COMPUTER**).

### **Bell Relay Interpolator**

Die **BELL-TELEPHONE-LABORATORIES** bemühten sich um die Entwicklung von Relaismaschinen. Zwei Maschinen wurden nach Ende des Zweiten Weltkrieges fertiggestellt, wurden jedoch von den schnelleren Röhrenrechnern in der Leistungsfähigkeit bald überholt.

## **8. Die erste Rechnergeneration - Elektronenröhren**

Zur ersten Computergeneration zählt man alle Rechenautomaten, die mit Elektronenröhren bestückt waren. Rechner mit Elektronenröhren ermöglichten eine wesentlich höhere Rechengeschwindigkeit als elektromagnetische Relaisrechner, da Elektronenröhren Schaltvorgänge schneller ausführen als Relais.

Die maschinelle und automatische Datenverarbeitung erfuhr einen enormen Auftrieb, als man ab dem Jahr 1943 in den Rechenautomaten die Relais durch Elektronenröhren ersetzte. Entdeckt wurde der Verstärkereffekt im Jahr 1906 von **ROBERT VON LIEBEN**.

### **Der „Automatic Sequence Controlled Computer,, (ASCC)**

Der 7. August des Jahres 1944 war am Computation Laboratory der Harvard University Cambridge im US-Staat Massachusetts ein bedeutender Tag: der „Automatic Sequence Controlled Computer“ (ASCC), meist MARK I genannt, war betriebsfähig (Abmessungen: 15 x 3 x 2,5 m, Kosten: 400000\$). Über sechs Jahre hatte der amerikanische Mathematiker und Physiker **HOWARD H. AIKEN** an diesem Projekt gearbeitet. Finanzielle Unterstützung erhielt er von IBM (International Business Machines). MARK I war mit herkömmlichen Bauelementen ausgerüstet und hatte als Schaltorgane elektromechanische Relais. Erstaunen rief er vor allem durch seine Riesenhaftigkeit hervor. Er war 16 m lang und 2,5 m hoch. Seine mächtige

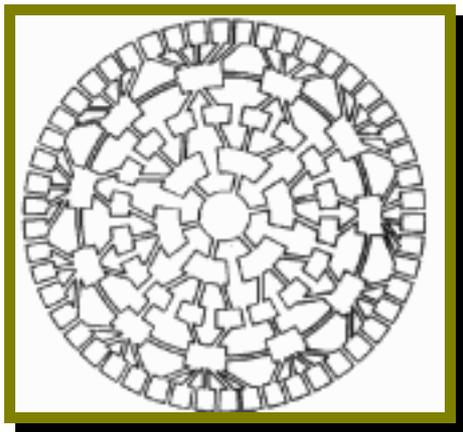
schränkwandähnliche Vorderseite füllten die Schalter des Eingabewerkes, die Zähler des Rechenwerkes und die Lochstreifenabtaster des Kommandowerkes aus. MARK I hatte keine Programmsteuerung. In seinem Innern wandten sich rund 80 km Drähte, die an etwa 2 Millionen Kontaktpunkten die Teile miteinander verbanden. Das Steuerpult hatte fast 1 500 Schalter in 60 Reihen.

Eine komplizierte Addition bewältigte die Mammutanlage in 0,3 s, eine Multiplikation durchschnittlich in 6s und eine Division in 20 s.

**AIKENs** Maschine imponierte durch ihre besonders gewichtigen Ausmaße.

- sie war 15 m lang
- bestand aus 100000 Einzelteilen, wie unter anderem aus 3000 Kugellagern und hatte 80 km Leitungsdrähte als „Eingeweide“
- arbeitete noch mit dekadischen Zählrädern und Zahlenspeichern. Hierzu waren 72 Additionszähler mit je 23 Dezimalstellen vorhanden
- Daten konnten durch Lochstreifen und -karten eingegeben werden. Zur Datenausgabe diente ein Lochstreifenstanzer oder eine elektrische Schreibmaschine
- die Ein / Ausgabefunktionen wurden automatisch durch den Rechner gesteuert
- ein Befehlswort bestand aus drei Teilen: Der erste Teil stellte die Verbindung zur Speicheradresse her, der zweite Teil die Verbindung zur Funktionseinheit, die den Befehl ausführen sollte, und der dritte Teil schließlich bestimmte die Operation, die mit der aus dem Speicher geholten Zahl durchgeführt werden mußte.
- auch bei dieser Maschine mußten die Programme von außen zum Ablauf eingegeben werden. Einen internen Speicher für Programme gab es also nicht. Es war allerdings schon daran gedacht, endlose Programmschleifen für Unterprogramme zu verwenden.

Den MARK I setzte der Stab der amerikanischen Kriegsflotte für das Berechnen ballistischer Spezialaufgaben ein. Der Konstrukteur **HOWARD H. AIKEN** ging daran, sein erstes Modell zu verbessern. Er brachte den elektromechanischen Rechenautomaten MARK II heraus.

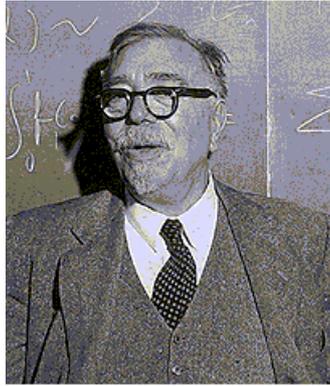


Schematische Darstellung des Rechnernetzes TIME - SHARING - SERVICE MARK III

**„Cybernetics Or Control and Communication in the Man and the Mashine,, von Norbert Wiener**

**NORBERT WIENER** (26.11.1894 - 18.3.1964), amerikanischer Mathematiker. Wiener ist der Begründer der Kybernetik und schuf unabhängig von **CLAUDE ELWOOD SHANNON** (\*) 1916 unter anderem die Grundlagen der Informationstheorie.

1948 entwickelte der amerikanische Mathematiker **NORBERT WIENER** die Theorie der Kybernetik, die als Modell für alle Regelungsvorgänge außerordentlich befruchtend auf andere Wissenschaftsdisziplinen wirkte.



Norbert Wiener

### Der ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)

Ende 1941 trat die USA in den Krieg mit ein. Mit Ferngeschützen kann man nicht nach Sicht schießen. Dann wird das Rohr nach einer sogenannten Schießtabelle ausgerichtet. Jeder Geschütztyp erfordert eigene Tabellen, die durch Testschießen ermittelt werden. Mit diesen Tabellen hatte man in den USA ziemliche Probleme. Um die Männer für den Dienst an der Front freizuhalten, arbeiteten Frauen an den Testkanonen und in den Rechenbüros. Eine große Rechenabteilung hatte die Army eigens in Pennsylvania eingerichtet. Dort arbeitete auch **KAY MAUCHLY**. Die Schießtabellen waren sehr zeitaufwendig. **JOHN MAUCHLEY**, **JOHN P. ECKERT** und **H. GOLDSTINE** arbeiteten deshalb an einem Rechner. Sie wollten dafür 18 000 Röhren zusammenschalten, obwohl die Röhren sehr schnell durchbrannten.



Elektrorechenanlage ENIAC

Die Armee hatte trotzdem Vertrauen und gab Geld. Um die defekten Röhren schnell austauschen zu können, entschieden sie sich für eine Modulbauweise. 1946 war ENIAC geboren - und er lief, trotz 18 000 Röhren und 500 000 Lötstellen. Auf 40 Grundbretter montiert, beanspruchte er eine Fläche von 12 mal 6 m<sup>2</sup>. Er war aus etwa 500 000 Einzelteilen zusammengesetzt, darunter die 18 000 Elektronenröhren, 1 500 elektromechanische Relais, 10 000 Kondensatoren und 6000 Schaltern. Sein Gewicht betrug 30 Tonnen. Mit 150 kW war er ein gewaltiger Stromfresser.

Aber dafür war ENIAC wahnsinnig schnell im Rechnen. In einer dreihundertstel Sekunde multiplizierte ENIAC zwei zehnstellige Zahlen. ENIAC wurde zum Vorbild ganzer Generationen von Computern. Bis Anfang der 50er Jahre liefen auf dem ENIAC hauptsächlich wis-

senschaftliche Programme. Beim ENIAC bedeutete das Umsteigen von einem Programm auf ein anderes harte Arbeit. Der Schaltaufbau der gesamten Maschine mußte geändert werden - 6000 Schalter neu einstellen, und hunderte Leitungen umstecken. Für jede neue Aufgabe mußte die Maschine neu eingestellt werden. Während dieser Zeit war die Maschine lahmgelegt, oft tagelang.

Der erste mit Transistoren bestückte Rechenautomat der Welt **TRADIC** wurde am 19. März 1955 in den USA bei den Bell Laboratories unter der Leitung von **J.H. FELKER** fertiggestellt.

### **Der Rechenautomat von John v. Atanasoff**

Nachdem der 1945 fertiggestellte amerikanische Großrechner ENIAC als erster elektronischer Rechenautomat Weltruhm erreicht hatte, deckte ein 1973 beendeter Patentstreit auf, daß bereits im Jahr 1942 von **JOHN V. ATANASOFF** eine funktionsfähige elektronische Rechenanlage in Röhrentechnik fertiggestellt worden war. **JOHN W. MAUCHLY**, dem Mitschöpfer der Großrechenanlage ENIAC, waren die Grundgedanken und die fertige Rechenmaschine **V. ATANASOFF** eingehend bekannt, so daß er bei der Entwicklung seiner Rechenanlage sicherlich davon profitiert haben dürfte, auch wenn er dies vor dem Patentstreit niemals erwähnt hatte.

Der elektronische Rechenautomat von **JOHN V. ATANASOFF** war zur Lösung von mathematischen Problemen vorgesehen, insbesondere zur Lösung von algebraischen Gleichungen bis zu 30 Unbekannten. Damit war die Anlage für ein breites und vielfältiges Anwendungsgebiet geeignet.

### **Die Erfindung des Transistors**

Am 26. Juni 1948 wurde die Erfindung in den USA unter der Nummer 152 403 5 patentiert; die „Geburtsurkunde“ der modernen Festkörperelektronik.

Das „Baby“ sollte sich schnell entwickeln. 1956 erhielten seine „Eltern“, die Physiker **JOHN BARDEEN**, **WALTER BRITTAIN** und **WILLIAM SHOCKLEY** den Nobelpreis. Die Erfindung des Transistors löste eine Lawine von Entwicklungen und Fortschritten aus.

Neue Technologien und Herstellungsverfahren für reinste Werkstoffe, ständig neue Transistorformen und -typen, aber auch eine Vielzahl anderer Halbleiterbauelemente und neue Anwendungsbereiche der Elektronik überhaupt. Die Vorteile des Transistors gegenüber der Elektronenröhre waren gravierend:

- wesentlich kleinere Masse
- geringere Abmessungen
- niedrigerer Leistungsbedarf
- störunanfälliger
- mechanisch belastbarer
- Wegfall der Heizspannungen

Was aber seinerzeit wohl selbst die Erfinder des Transistors noch nicht voraussehen konnten, waren die „Folgewirkungen“, seine Nachkommenschaft.

### **Das Prinzip der Speicherprogrammierung: John von Neumann**

Alle bisher gebauten Rechenautomaten wurden von einem Programm gesteuert, das außerhalb der Maschine gespeichert war. Die Befehle des Programms wurden Schritt für Schritt in der ein für allemal vorgegebenen Reihenfolge abgerufen und ausgeführt. Dies änderte sich durch eine Idee, die der aus Ungarn stammende Mathematiker **JOHN VON NEUMANN** 1944 in

Princeton (USA) entwickelte und bis 1946 verwirklichte, ohne daß dazu neuartige technische Hilfsmittel nötig gewesen wären.

Problematisch beim ENIAC war die Verwendung des Dezimalzahlensystems. **JOHN VON NEUMANN** empfahl das Dualzahlensystem und entwickelte gleichzeitig die logischen Prinzipien für eine Computersprache. **NEUMANN's** Ideen führten dazu, daß der Computer nicht nur reine Daten (z. B. Zahlen) speichern und verarbeiten und konnte, sondern auch Arbeitsanweisungen für sich selbst. Es war dadurch nicht mehr erforderlich, den Computer durch eine Vielzahl von Schaltern und Hebeln auf seine Aufgabe vorzubereiten. Die Instruktion des Computers erfolgte vielmehr über ein Programm, das gespeichert wurde und damit in einer „Sprache“ des Computers.

**V. NEUMANN** speicherte das Programm genau wie die zu verarbeitenden Zahlen in binär codierter Form im Speicherwerk des Rechners (Speicherprogrammierung). weil das Programm nun als Ganzes vorlag und nicht mehr sequentiell von außen zugeführt wurde, war man jetzt nicht mehr unabänderlich an die Reihenfolge der einzelnen Anweisungen gebunden, sondern konnte - abhängig von Zwischenergebnissen - im Programm Teile vorwärts oder rückwärts überspringen. Mit dieser Möglichkeit des bedingten Sprungs eröffneten sich völlig neue Perspektiven: neben linearen Algorithmen konnten nun auch komplexe Algorithmen mit Verzweigungen und Wiederholungsanweisungen automatisch ausgeführt werden; aus der reinen Rechenmaschine war ein universell einsetzbares Gerät zur Verarbeitung beliebiger Daten geworden, ein Computer in der heutigen Bedeutung des Wortes.

Die **V. NEUMANN'sche** Idee hatte aber noch weitere Konsequenzen. Betrachtet man die Programmschritte als eine besondere Art von Daten, so liegt es so nahe, auch diese Daten vom Computer verarbeiten zu lassen. So wurde es jetzt z. B. möglich, während des Programmablaufs die Adressen einzelner Befehle planmäßig zu ändern. Zusammen mit der Programmierung von Wiederholungsanweisungen konnte man so auch Feldvariablen verarbeiten, was in der Praxis von sehr großer Bedeutung ist.

Darüber hinaus eröffnete sich die Möglichkeit, Programme zu entwickeln, mit denen der Computer selbst in der Lage ist, Algorithmen aus einer problemorientierten Schreibweise in seine Maschinensprache zu übersetzen (Compiler). Schon Zuhause hatte er in dieser Richtung gearbeitet, jetzt war es vor allem der Schweizer Mathematiker **H. RUTISHAUSER**, der diese Idee verwirklichte und maßgeblich am Entwurf der höheren Programmiersprache ALGOL 60 beteiligt war.

## „HARDWARE„ UND „SOFTWARE„

Um 1954 entstanden diese 2 Begriffe. Sie traten mit der Möglichkeit, Programme zunächst vollkommen unabhängig von den Computern zu erstellen und erst mit speziellen Dolmetscherprogrammen, den Compilern, dem individuellen Charakter des benutzten Computers anzupassen auf. Von diesem Moment an gab es zwischendem Computer und seinen Programmen eine deutliche Trennung, und es war auch begrifflich eine Unterscheidung zwischen dem Materiellen des Computers und den immateriellen Programmen erforderlich. Mit dieser Trennung war es auch möglich geworden, Programme auf Vorrat zu erstellen und jedes einzelne davon bedarfsweise im Speicherwerk des Computers ablaufen zu lassen. Seitdem sind Computer nicht nur universell, sondern auch flexibel verwendbare Datenverarbeitungsautomaten.

### 9. Die zweite Computergeneration mit Transistoren als Einzelbauelemente

Mit der Ablösung der Elektronenröhre durch den Transistor wurde im Jahr 1955 in der Computergeschichte ein neuer Abschnitt eingeleitet. Seit dieser Zeit spricht man von der zweiten

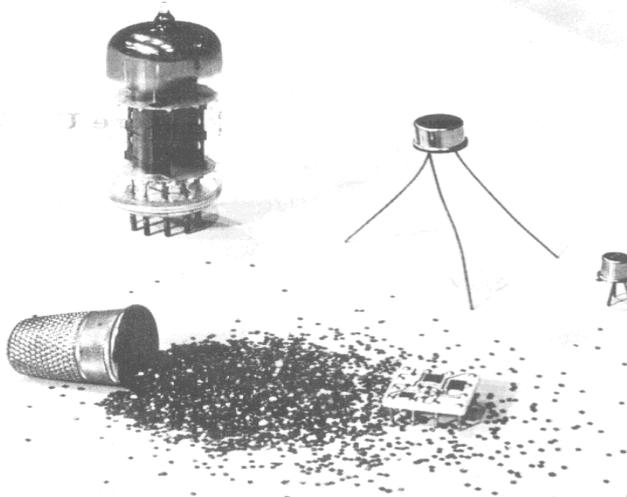
Computergeneration sind Transistoren als Einzelbauelemente. Die besonderen Vorteile des Transistors gegenüber der Elektronenröhre verhalfen dem Computer zum entscheidenden Durchbruch, so daß er seinen weltweiten Siegeszug in allen Bereichen von Industrie, Handel, Verwaltung und Verkehr antreten konnte.

Transistoren sind elektronische Bauelemente, die für funktionsgleiche Aufgaben, wie Elektronenröhren verwendet werden können - nämlich ein- oder ausschalten.

In der zweiten Hälfte der 50er Jahre setzte die industrielle Serienfertigung von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen in Transistorbauweise ein. Eine typische Datenverarbeitungsanlage der zweiten Computergeneration ist der **Siemens-Rechner „2002“**, der im Jahr 1957 als erster in Serie hergestellter volltransistorbestückter Computer der Welt auf den Markt kam.

## 10. Die dritte Rechnergeneration - Integrierte Schaltungen in Hybridtechnik

Anfang der 60er Jahre beginnt die 3. Rechnergeneration von sich Reden zu machen. Kennzeichen ist der Einsatz integrierter Schaltkreise. Auf einem wenige mm<sup>2</sup> großen Plättchen, dem Chip, sind viele Transistoren, Widerstände und Kondensatoren untrennbar miteinander verbunden. Nachdem 1958 im Labor die Geburtsstunde der integrierten Schaltung (1 Transistor, 3 Widerstände, 1 Kondensator auf einem Germaniumchip) schlägt, kommt 1962 die erste auf den Markt. Sie enthält 8 Transistoren auf einem Siliciumplättchen. Wir sprechen bei der Anzahl bis zu 100 Transistoren pro Chip von einem niedrigen Integrationsgrad (SSI = small scale integration). Heute kann ein solcher Chip aus Silicium schon über eine Million Transistoren enthalten. Die Firma Texas Instruments stellte dann 1967 das erste Muster eines Taschenrechners vor. Für seinen Preis hätte man sich einen Kleinwagen kaufen können. 1967 wurde es mit der Einführung der MOS-Technik (Metall-oxid-semiconductor) möglich, den Integrationsgrad sprunghaft bis zu 5000 Transistoren/Chip zu erhöhen.



## 11. Die vierte Computergeneration mit hochintegrierten Schaltkreisen

Im Jahr 1968 verdrängten in der Elektronik und Computertechnologie integrierte Schaltkreise die Hybrid-Technik, wodurch die vierte Computergeneration eingeleitet wurde. Integration der Bauteile und Rationalisierung erlaubten eine weitere Senkung der Anschaffungs- bzw. Mietkosten für elektronische Datenverarbeitungsanlagen. Außerdem führte die neue Technologie zu noch höheren Verarbeitungsgeschwindigkeiten und einer Verringerung der Störanfälligkeit von EDV-Anlagen auf ein Minimum.

Man baute elektronische Schaltungen jetzt nicht mehr aus Einzelteilen zusammen, sondern integrierte vielmehr die einzelnen Bauteile einer Schaltung - zusammen mit ihren Verbindungsleitungen - in das Innere von Siliziumkristallen. Diese mikrominiaturisierte Technik der

integrierten Schaltkreise kennzeichnet den Entwicklungsstand der Computertechnologie von 1968 bis in die Gegenwart. Elektronische Schaltungen können in dieser Monolith-Technik so verkleinert werden, daß man ganze Schaltkreise auf einem einzigen Siliziumplättchen, Chip genannt, unterbringen kann.

### Computer ab 1970

Eine bedeutsame Firma war bzw. ist **Intel**, die **NOYCE** und **MOORE**, beide ehemals bei Fairchild angestellt, gründeten. Dort entwickelte man bis 1970 einen Computerspeicherchip („1103“) mit 3000 Transistoren auf einer Fläche von 10 Quadratmillimetern. Man konnte mit diesem robusten elektronischen Bauteil nicht nur speichern, sondern auch Inhalte ändern. Dieser Chip stellte ein Schreib- und Lesespeicherelement (RAM) dar und erregte das Interesse der Öffentlichkeit.

### Mikroprozessoren

1971 folgte der **Mikroprozessor** „4004“, mit dem eine Bezeichnung entstand, die zu einem der gängigsten Fachbegriffe der EDV werden sollte. Mit seinen 2 300 Transistoren auf dem rund 50 mm<sup>2</sup> großen Siliziumchip besitzt er einen mittleren Integrationsgrad (MSI = medial scale integration). Seine Arbeitsbreite beträgt 4 Bit. Ab 1974 erscheinen Mikroprozessoren mit 8 000 bis 10 000 Transistoren/Chip. Dies ist auch das Jahr des ersten programmierbaren Taschenrechners. Die Firma Hewlett und Packard stellt den HP-65 vor, der maximal einhundert Programmschritte speichern kann. Diese Rechner sind tastenprogrammierbar und zunächst nur zur Verarbeitung von Zahlen ausgelegt. „Tastenprogrammierbar“ heißt, das im Programmierbetrieb ein Tastendruck einem Befehl entspricht. Das Ganze war natürlich nur mit hoch- oder höchstintegrierten Schaltkreisen möglich. Mit ihrem Einsatz beginnt die vierte Rechnergeneration (LSI = large scale integration; VLSI = very large scale integration). Von LSI-Schaltkreisen spricht man bei etwa 10 000 Transistoren/Chip. Ab 1980 tauchen dann VLSI-Schaltkreise auf., die auf 150 mm<sup>2</sup> Chipfläche rund 200 000 Transistoren unterbringen. Im Jahre 1975 wird der erste Bausatz zum „Selberlöten“ für einen persönlichen Computer angeboten. Der erste kleine Mikrocomputer folgt 1977. Auf der ganzen Welt schießen jetzt die Mikrorechner wie Pilze aus dem Boden. Sie bilden das Herzstück von Fahrkartenverkaufsautomaten, Tischrechnern, Steuerungen für Industrieroboter, Bürocomputern, Textverarbeitungssystemen, Meßgeräten und Schachcomputern.

Recht bekannt ist die Entwicklung der beiden Computer-Enthusiasten **STEVEN JOBS** und **STEPHAN WOZNIAK**. Auch sie bauten aus Kits Hobbycomputer, woraus die erste gewerbsmäßige Herstellung gebrauchsfertiger Tischcomputer auf Mikroprozessorbasis wurde. 1976 führte Wozniak sein erstes Modell seinem Club vor. Noch im gleichen Jahr wurde dieses Modell unter dem Namen „**Apple I**“ von der dazu neu gegründeten Firma „*Apple Computer Inc.*“ angeboten. Apple wollte nicht nur Hobbyisten, sondern vor allem auch gewerbliche Kunden, die Computer zur Unterstützung ihres Geschäftsablaufs verwenden wollten.

Auf Apple folgten bereits 1977 die Firma *Radio Shack* mit ihrem Tandy-System „**TSR-80**“, sowie im September 1977 „*Commodore Business Machines Inc. (CBM)*“ mit dem „**PET**“.

Gleichzeitig entstanden zahlreiche Homecomputerfirmen wie „*Atari*“, und „*Osborne Computer*“.



## Quellenangaben - Literaturverweise:

1. Hannes Gutzer; „Das kann der Microcomputer“; URANIA-Verlag Leipzig • Jena • Berlin; 2. Auflage 1986
2. Bassermann - „Die faszinierende Welt der Informatik“
3. Peter Rechenberg - „Was ist Informatik ?“
4. Dümmler: „Grundkurs Personal-Computer“
5. Oldenbourg: „Informatik“
6. Carl Hanser Verlag München: „350 Jahre Rechenmaschinen“
7. Carl Hanser Verlag München: „Was ist Informatik“
8. Rembold; Carl Hanser Verlag München: „Einführung in die Informatik“
9. Westermann: „Informationstechnische Grundbildung“
10. Heinz Glade und Karl Manteufel; „Am Anfang stand der Abacus“
11. Martin Graf; „350 Jahre Rechenmaschinen“
12. Video „Wie die Computer rechnen lernten.“
13. Karl Rezac; „Rund um die großen Erfindungen“; Der Kinderbuchverlag Berlin - DDR 1979; 2. Auflage 1981
14. Hermann Heinz Wille; „Sternstunden der Technik“; URANIA-Verlag Leipzig • Jena • Berlin 1986
15. „MICROSOFT-LEXIROM“; LEXIROM Version 1.0 1995

## Sachwortregister:

- A
- Abax, **4**
  - Aiken, **7**
  - Aiken,, **8; 45; 47**
  - ALGOL, **8**
  - apices, **1**
  - Apple, **47**
  - Atanasoff, **44**
  - Atari, **47**
  - ATLAS, **8**
  - Augustinus, **4**
  - Automatic Sequence Controlled Computer, **42**
- B
- Babbage, **3; 5; 6; 29; 31; 40; 41**
  - Baldwin, **6**
  - Bardeen, **7**
  - Basilewski, **8**
  - Beda, **4**
  - Bell, **36**
  - Bell Realay Interpolator, **42**
  - Biermann, **8**
  - Billing, **7; 8**
  - Bollée, **6**
  - Boole, **27**
  - Booth, **7**
  - Brattain, **7**
  - Braun, **5**
  - Britten, **7**
  - Brunsviga, **6**
  - Bull, **6**
  - Bürgi, **19; 23**
  - Burkhard, **6**
  - Burkhardt, **31**
  - Burroughs, **6**
- C
- Chappe, **32**
  - Chwarazmi, **4**
  - Cierman, **5**
  - COBOL, **8**
  - COLOSSES, **39**
  - Commodore Business Machines Inc., **47**
  - Complex-Number Computer, **42**
  - Corbato, **8**
  - Cordt, **6**
  - Couffignal, **6; 39**
  - CP/M, **9**
  - Cybernetics Or Control and Communication in the Man and the Mash, **43**
- D
- Desargues, **5**
  - die, **3**
  - Dirks, **7**
  - Dreyer, **8**
- E
- Eccles, **6**
  - Eckert, **7**
  - Electronic Numerical Integrator and Computer, **43**
  - ENIAC, **39**
- F
- Falcon, **5**
  - Fano, **8**
  - Felker, **8**
  - Fermat, **24**
  - Fibonacci, **4**
  - Fingerrechnen, **11**
  - Forest, **6**
- G
- Gauß, **33**
  - Gerbert, **4**
  - Gersten, **5**
  - Gobarziffern, **1**
  - Gore, **6**
  - Grillet, **5**
  - Gunter, **5**
- H
- H. Goldstine, **43**
  - Hahn, **5**
  - Hamann, **6**
  - HARDWARE, **45**
  - Herodot, **4**
  - Holberton, **8**
  - Hollerith, **6; 1**
  - Hopper, **8**
  - Hughes, **34; 36**
- I
- IBM, **6**
  - Intel, **9**
  - International Business Mashines, **42**
  - Iverson, **8**
- J
- Jacquard, **5**
  - Jobs, **47**
  - Jordan, **6**
- K
- Kahrinianian, **8**
  - Keilschrift, **11**
  - Kilburn, **8**
  - Knotenschnüre, **4**
- L
- Lebedew, **8**
  - Leibnitz, **5**
  - Lieben, **42**
- M
- Marchant, **7**
  - MARK I, **42**
  - Mauchley, **7; 43**
  - Mikroprozessor, **47**
  - Moore, **47**
  - Morland, **5**
  - Morse, **5; 34**

- MOS-Technologie, **9**  
Müller, **5**  
N  
Nach Christi Geburt, **10**  
Napir, **5**  
Neper, **5**  
Neumann, **7**  
Nolan, **8**  
Noyce, **47**  
O  
Odhner, **6**  
Oerstedt, **33**  
Oettinger, **8**  
P  
Parmalee, **6**  
Partridge, **5**  
PERM, **8**  
Phillips, **6**  
Piloty, **8**  
Poleni, **5**  
Polybos, **9**  
Poncelet, **5**  
Power, **6**  
Powers, **1**  
Prony, **30**  
Pythagoras, **4**  
R  
Ramejew, **8**  
Rechensteine, **1**  
Rechentisch, **4**  
Reis, **35**  
Renwick, **7**  
Ries, **3; 5; 17**  
Rutishauser, **45**  
S  
Scheutz, **5**  
Schreyer, **41**  
Shannon, **40**  
Shockley, **7**  
SOFTWARE, **45**  
Sorpan, **4**  
Spaltzettel, **4**  
Spanzettel, **4**  
Stibitz, **7**  
Suan Pan, **4**  
T  
Tauscher, **6**  
Tchebycheff, **6**  
Texas Instruments, **9**  
The Mathematical Analysis of Logic, **27**  
Thomas, **5; 31**  
TRADIC, **8; 44**  
Transistorbauweise, **46**  
Turing, **3; 1; 6; 51; 39; 40**  
U  
Ural, **8**  
Ü  
Über die Zeitrechnung, **10**  
V  
Venerabilis, **4**  
Vierspezies-Rechenmaschine, **27**  
W  
Walther, **7; 8**  
Weber, **33**  
Wheatstone, **6**  
Wiberg, **6**  
Wilkes, **7**  
William, **8**  
Wozniak, **47**  
Y  
Yi King, **4**  
Z  
Z 1, **40**  
Z 2, **40**  
Z 3, **41**  
Zahlensysteme, **3**  
Zilog, **9**  
Zuse, **3; 7; 8; 40; 41; 42**  
Zuse KG, **1**